17

Signaal-generatoren

Inhoud

■/■■ reeds gepubliceerd
▒/▒▒ gepland voor de volgende aanvullingen

17/1

Voltage controlled oscillators (VCO's)

Inhoud

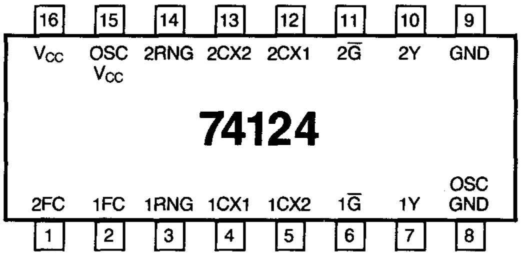
17/1.2

Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74124

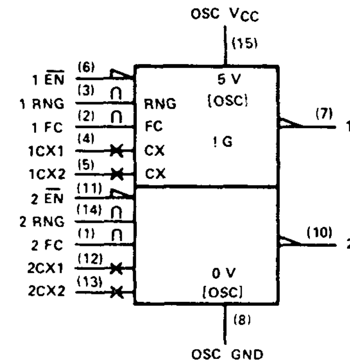
2 Spanningsgestuurde oscillatoren (Voltage Controlled Oscillators : VCO's) met aparte voedingen voor logika en oscillator

Figuur 17/1.2-124.

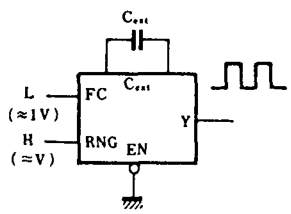


LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc max				150	50					mA
V_{in} 1) min / max				1 / 5	1 / 5					V
f_{min} 2)				1	1					Hz
f_{max} 3)				60	20					MHz
f_{max} 4)				25	11					MHz
C_{ext} min / max				5 / 15	2 / 10					pF

1) V_{in} (freq) en V_{in} (range) (FC, resp. RNG)
2) bij C_{ext} max
3) bij FC = 4V en RNG = 1V
4) bij FC = 1V en RNG = 5V



logisch symbool



basisaansluiting

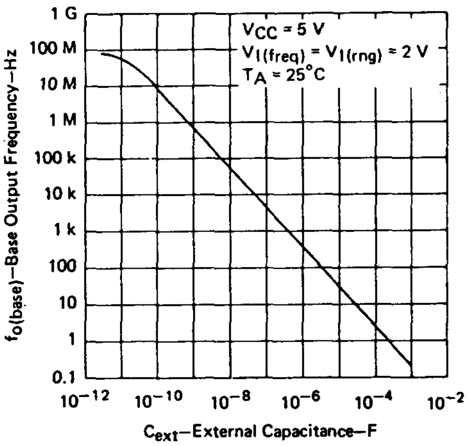
$$74\,LS\,124 : f_o = \frac{10^{-4}}{C_{ext}}$$

$$74\,S\,124 : f_o = \frac{5.10^{-4}}{C_{ext}}$$

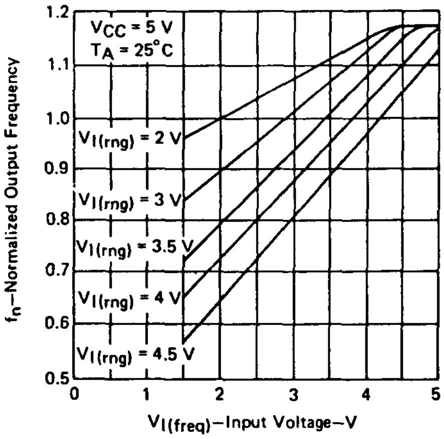
1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

TYPICAL CHARACTERISTICS ('S124 only)

BASE OUTPUT FREQUENCY vs EXTERNAL CAPACITANCE



NORMALIZED OUTPUT FREQUENCY vs INPUT VOLTAGE



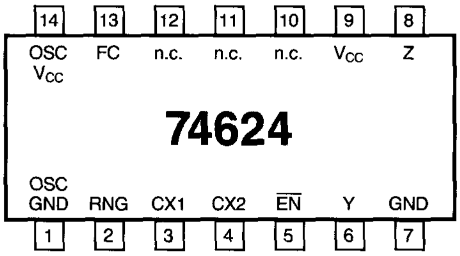
bepaling van de oscillatie-frequentie

$$f = f_n \times f_o$$

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74624

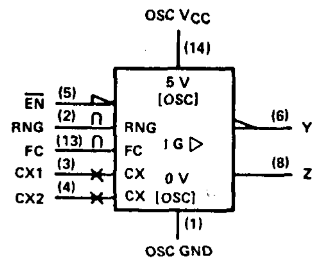
Spanningsgestuurde oscillator (Voltage Controlled Oscillator : VCO) (verbeterde versie van 74 LS 324) met aparte voedingen voor logika en oscillator



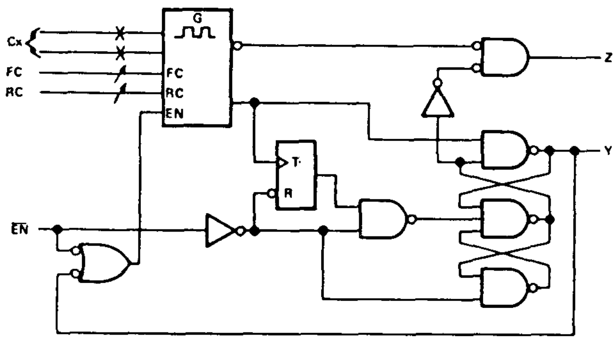
Figuur 17/1.2-624.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Een-heid
Icc [1]					20					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} [2] min / max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} [3]					20					MHz
f_{max} [4]					1.6					MHz

[1] totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
[2] V_{in} (freq) en V_{in} (range) (FC, resp. RNG)
[3] bij FC = 5V en RNG = 0V } C_{ext} = 50 pF
[4] bij FC = 1V en RNG = 5V }



logisch symbool

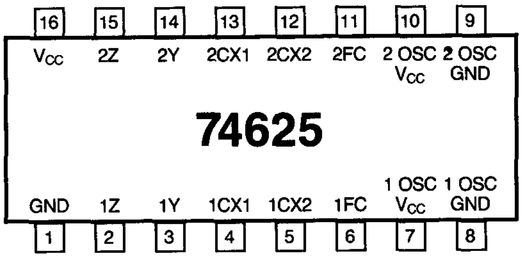


functioneel blokschema
(positieve logika)

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74625

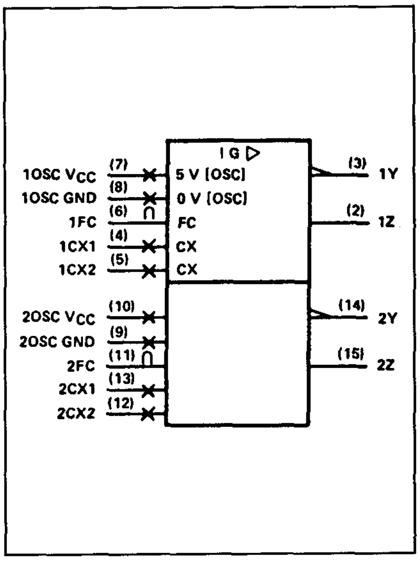
2 Spanningsgestuurde oscillatoren (VCO's) (verbeterde versie van 74LS325) met aparte voedingen voor logika en oscillator



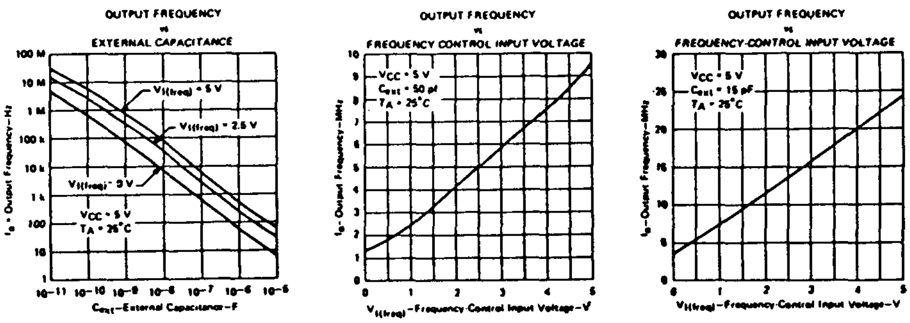
Figuur 17/1.2-625.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc [1]					35					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} [2] min max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} [3]					9.5					MHz
f_{max} [4]					1.2					MHz

1) totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
2) V_{in} (freq) (FC)
3) FC = 5V
4) FC = 0V } C_{ext} = 50 pF



logisch symbool

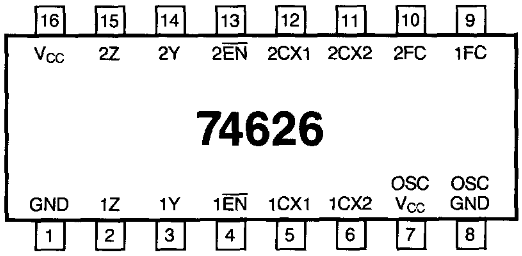


bepaling van de uitgangsfrequentie

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74626

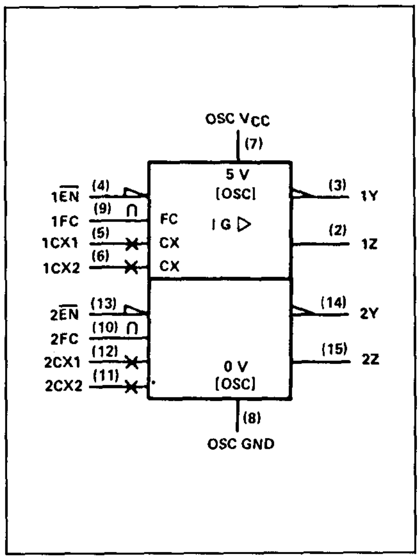
2 Spanningsgestuurde oscillatoren (VCO's) (verbeterde versie van 74 LS 326) met aparte voedingen voor logika en oscillator



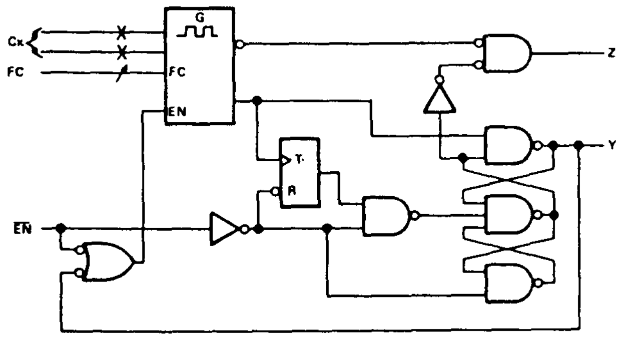
Figuur 17/1.2-626.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Een-heid
Icc [1]					35					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} [2] min max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} [3]					9.5					MHz
f_{max} [4]					1.2					MHz

1) totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
2) V_{in} (freq) : FC
3) FC = 5V
4) bij FC = 0V } C_{ext} = 50 pF



logisch symbool

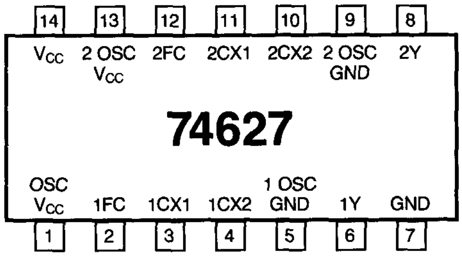


functioneel blokschema
(positieve logika)

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74627

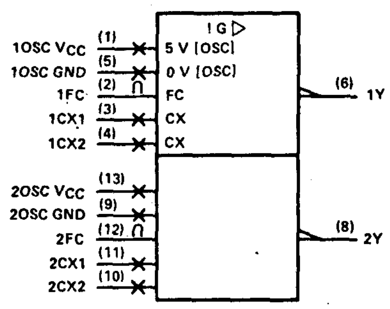
2 Spanningsgestuurde oscillatoren (VCO's) (verbeterde versie van 74 LS 327) met aparte voedingen voor logika en oscillator



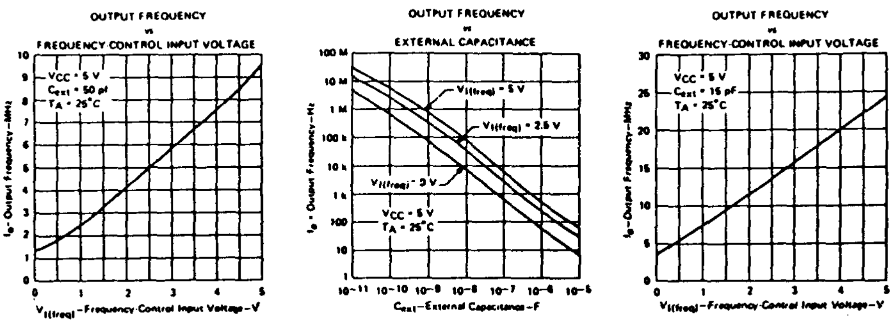
Figuur 17/1.2-627.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc 1)					35					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} 2) min max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} 3)					9.5					MHz
f_{max} 4)					1.2					MHz

1) totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
2) V_{in} (freq) = FC
3) FC = 5V } C_{ext} = 50 pF
4) FC = 0V }



logisch symbool

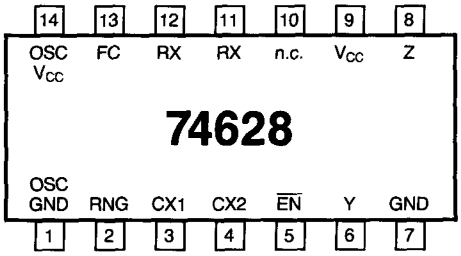


bepaling van de uitgangsfrequentie

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74628

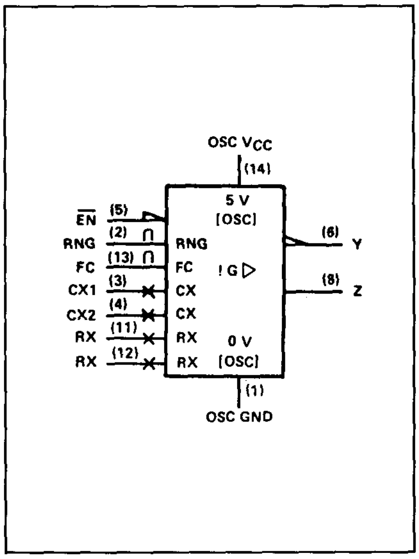
Spanningsgestuurde oscillator (VCO) verbeterde versie van 74 LS 324 en 74 LS 624 (temp. comp.) met aparte voedingen voor logika en oscillator



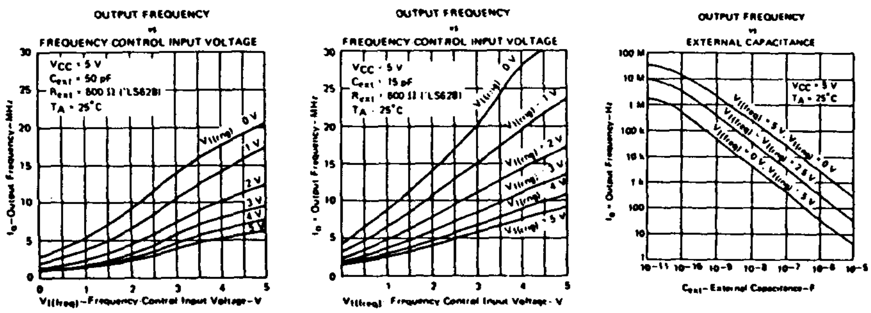
Figuur 17/1.2-628.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc 1)					20					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} 2) min / max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} 3)					20					MHz
f_{max} 4)					1.6					MHz

1) totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
2) V_{in} (freq) en V_{in} (range) : FC, resp. RNG.
3) FC = 5V en RNG = 0V } C_{ext} = 50 pF
4) FC = 1V en RNG = 5V }



logisch symbool

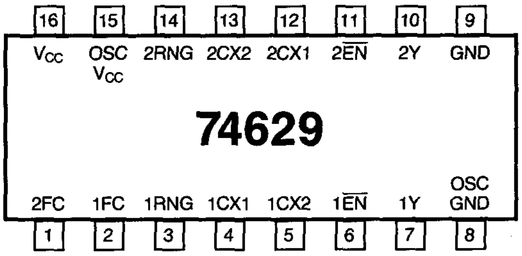


bepaling van de uitgangsfrequentie
(R_{ext} voor temperatuur-compensatie)

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74629

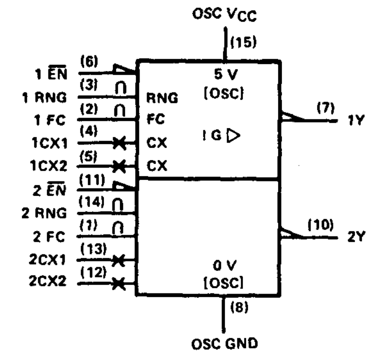
2 Spanningsgestuurde oscillatoren (VCO's) (verbeterde versie van 74 LS 124) met aparte voedingen voor logika en oscillator



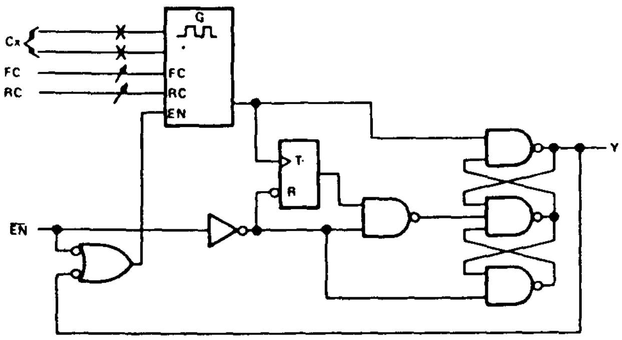
Figuur 17/1.2-629.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc [1]					35					mA
Ios					-40 -225					mA
V_{in} [2] min max					0 5					V
f_{min}					1					Hz
f_{max} [3]					20					MHz
f_{max} [4]					1.6					MHz

1) totale stroom uit V_{CC} en osc.V_{CC}
2) V_{in} (freq) en V_{in} (range) (FC, resp. RNG)
3) bij FC = 5V en RNG = 0V } C_{ext} = 50 pF
4) bij FC = 1V en RNG = 5V }



logisch symbool

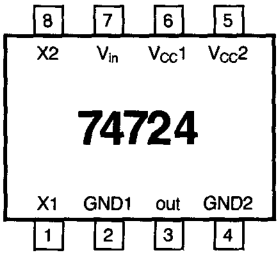


functioneel blokschema
(positieve logika)

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74724

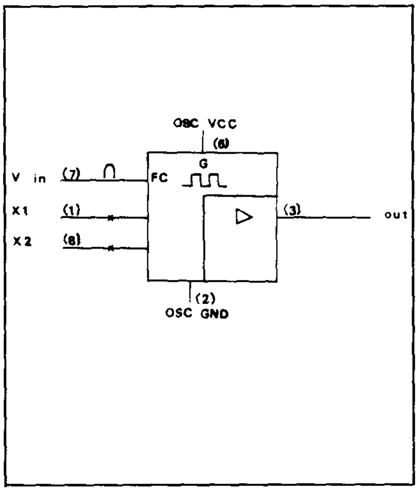
Spanningsgestuurde oscillator (VCO) met aparte voedingen voor oscillator en driver



Figuur 17/1.2-724.

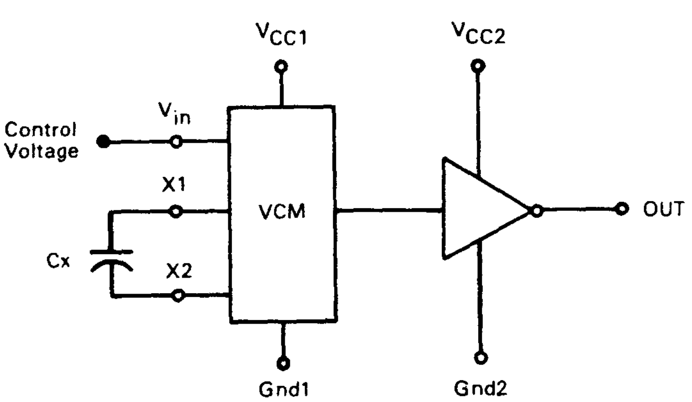
LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc					8.5					mA
Ios					-8 -25					mA
V_{in} min max					1 5					V
f_{max} 1)					16					MHz
$\frac{f_{HOOG}}{f_{LAAG}}$ 2)					4:1					

1) C_X = 10 pF, V_{in} = 5V, V_{CC} = 5V, Load = 15 pF
2) verhouding hoogste/laagste oscillatie-frequentie bij V_{in} = 5V, resp. V_{in} = 1V

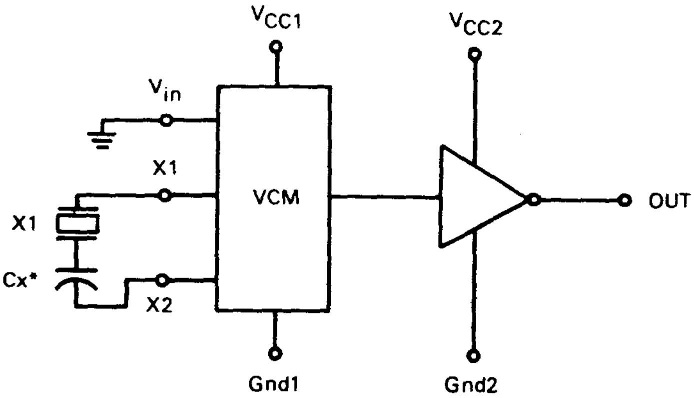


logisch symbool

VOLTAGE CONTROLLED MULTIVIBRATOR



CRYSTAL OSCILLATOR



*Cx is optional

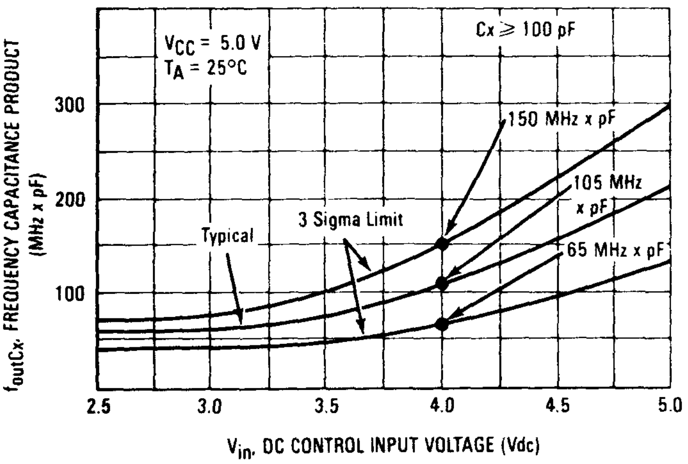
(Cx may be necessary to trim oscillator frequency or improve performance.)

Toepassingen

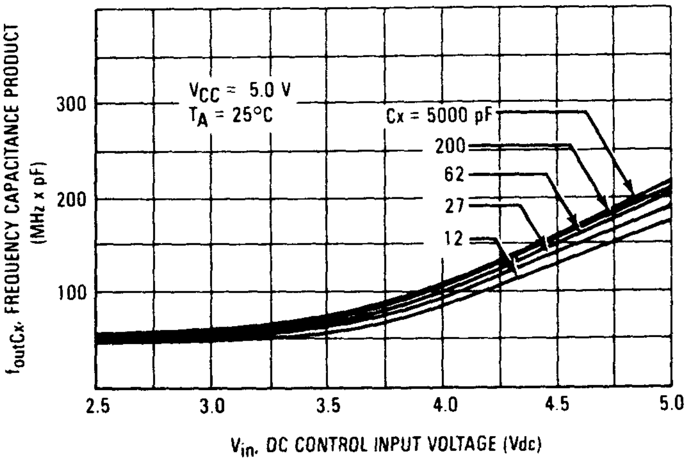
centrale frequentie: $f_c\ (MHz) \approx \dfrac{130}{C_x\ (pF)}$ bij $V_{in} \approx 4.25V$

1.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

FREQUENCY CAPACITANCE PRODUCT



FREQUENCY CAPACITANCE PRODUCT
TYPICAL CURVES



17/2

Functie-generatoren

Inhoud

17/2.1

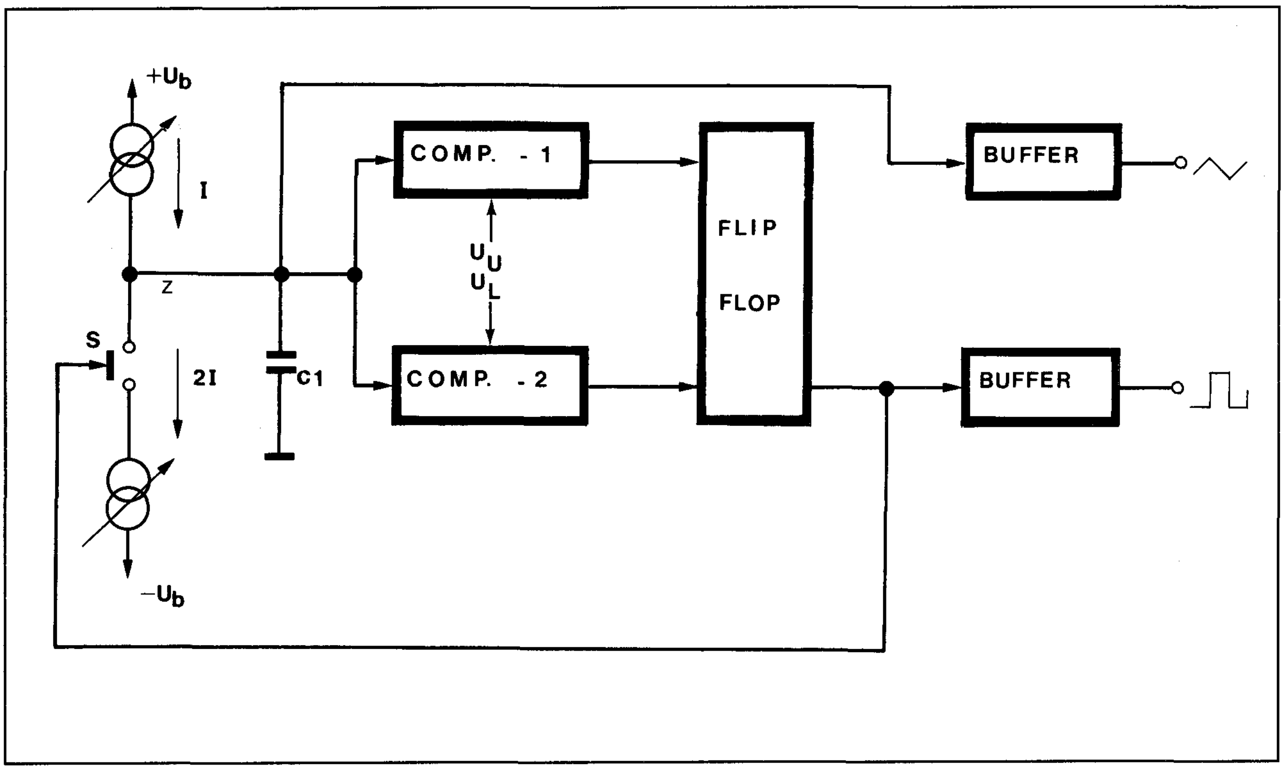
Achtergrond-informatie

Definitie
Met de term 'functie-generator' definieert men geïntegreerde schakelingen die minstens rechthoekvormige, driehoekvormige en sinusvormige signalen kunnen genereren en waarbij de frequentie van de signalen wordt bepaald door de grootte van een externe stuurspanning of -stroom.

Principiële opbouw
Functie-generatoren zijn samengesteld uit een spanning- of stroom-gestuurde oscillator, een VCO of CCO, die verantwoordelijk is voor het genereren van de rechthoek- en driehoekvormige uitgangssignalen en een schakeling die de driehoek omzet in een min of meer sinusoidaal verlopend signaal.
Uit de aard van dit principe volgt dat de sinus die door een functie-generator wordt opgewekt, altijd een tamelijk grote vervorming heeft. Functie-generatoren zijn dus niet bruikbaar voor het genereren van kwaliteitssinussen. Heeft men dit soort signalen nodig, bijvoorbeeld voor vervormings-metingen, dan zal men 'echte' sinus-oscillatoren moeten gebruiken waarvan de vervorming bij de zeer goede ontwerpen minstens een factor 100 lager is dan deze van de sinus-uitgang van een geïntegreerde functie-generator.
Naast de genoemde twee basis-schakelingen, een VCO of CCO en een sinus-omvormer, zijn sommige geïntegreerde functie-generatoren voorzien van een amplitude-modulator, zodat men niet alleen de frequentie, maar ook de amplitude van het uitgangs-signaal door middel van een extern stuursignaal kan definiëren. Met deze schakelingen kan men dus zowel in frequentie als in amplitude gemoduleerde signalen opwekken.

De controled oscillator
Het fundamentele blokschema van de stuurbare oscillator van een functie-generator is getekend in figuur 17/2.1-1.
Een condensator C1 is verbonden met twee stroombronnen I en 2I. De tweede levert een stroom die exact gelijk is aan de dubbele waarde van de stroom I. De bovenste stroombron is rechtstreeks met de condensator verbonden, de onderste via een elektronische schakelaar S. De spanning over de condensator wordt in twee comparatoren vergeleken met twee drempels. Deze schakelingen sturen de SET en RESET ingangen van een flip-flop. De uitgang van de flip-flop opent of sluit de elektronische schakelaar. Als de schakelaar geopend is zal de condensator door de constante stroom I opgeladen worden.
De spanning over de condensator stijgt lineair tot de bovenste drempel van de comparatoren, U_U. Dit is voorgesteld in de bovenste grafiek van figuur 17/2.1-2. COMP-1 slaat om, de uitgang set de flip-flop. De elektronische schakelaar wordt gesloten en de onderste stroombron wordt ingeschakeld.
Uit de wet van Kirchoff volgt dat deze stroom 2 x I gelijk is aan de som van de stroom I van de bovenste stroombron en een stroom I, die door de condensator geleverd wordt. De condensator wordt dus nu ontladen door een stroom die even groot is maar tegenge-

2.1 Achtergrond-informatie



Figuur 17/2.1-1: Basis-schema van de stuurbare oscillator, die het hart vormt van iedere geïntegreerde functie-generator.

steld vloeit als de stroom die in de eerste fase van het proces de condensator oplaadde. De spanning over het onderdeel zal lineair dalen met een identieke steilheid als tijdens het laden.
Op het moment dat de spanning over de condensator gedaald is tot de onderste drempel van de comparatoren, U_L, reset de onderste comparator de flip-flop. De elektronische schakelaar wordt gesloten en de condensator wordt weer opgeladen door de stroom I van de bovenste stroombron.

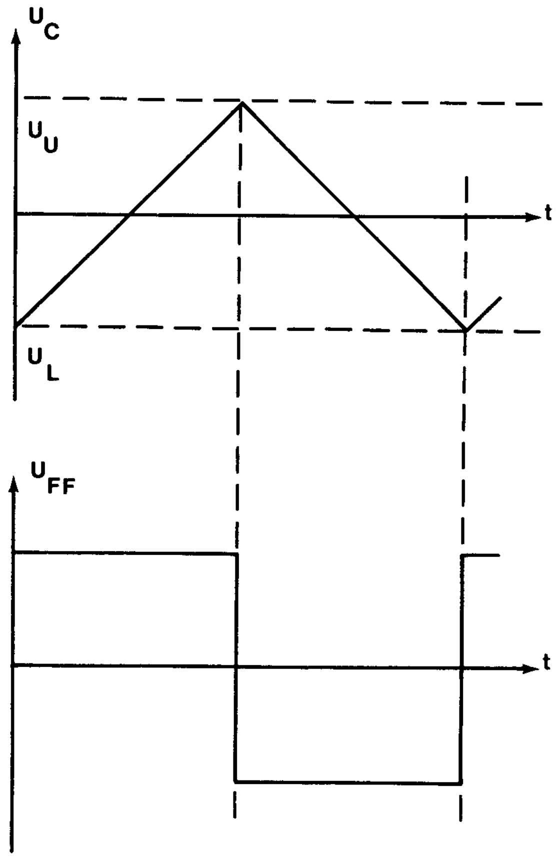
Men kan dus besluiten dat over de condensator een mooie, symmetrische driehoek ontstaat en dat op de uitgang van de flip-flop een synchroon met de driehoek verlopende rechthoek ontstaat. Beide spanningen worden gebufferd en op een pen van het IC ter beschikking gesteld.

Praktische oscillator-schakeling
Figuur 17/2.1-3 geeft het schema van de oscillator-schakelingen van de ICL 8038.
De twee stroombronnen worden ingesteld door middel van weerstanden tussen de positieve voeding en de pennen 4 en 5 van het IC. Pen 4 levert de stroom voor de constant ingeschakelde stroombron, pen 5 voor de geschakelde. De stroom van deze laatste bron wordt intern door middel van een stroomspiegel verdubbeld.

Beide stroombronnen zijn echter ook regelbaar door middel van de spanning die wordt aangesloten op pen 8. Door het variëren van de spanning op deze ingang kan men de uitgangs-frequentie van de oscillator moduleren, zodat sweep-toepassingen over een bereik van drie decaden mogelijk zijn.

Door het variëren van de verhouding tussen de twee stroombepalende weerstanden kan men de duty-sycle van de uitgangsspanning instellen. Maakt men de ene weerstand veel groter dan de andere, dan zal de schakeling

2.1 Achtergrond-informatie



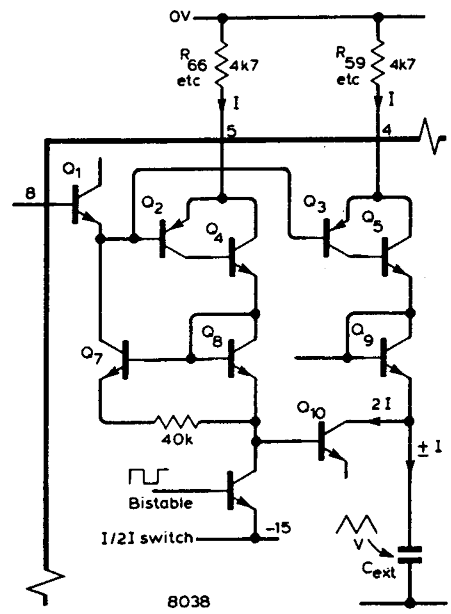
Figuur 17/2.1-2: Spanningsvormen van het schema van figuur 17/2.1-1.

geen driehoeken en rechthoeken opwekken, maar zaagtanden en naaldpulsen.

De sinus-omvormer

Alle geïntegreerde functie-generatoren maken gebruik van een systeem, waarbij de driehoek door middel van een spannings-afhankelijke verzwakker wordt omgezet in een sinusvormige benadering.
Het principe van deze schakeling is getekend in figuur 17/2.1-4.

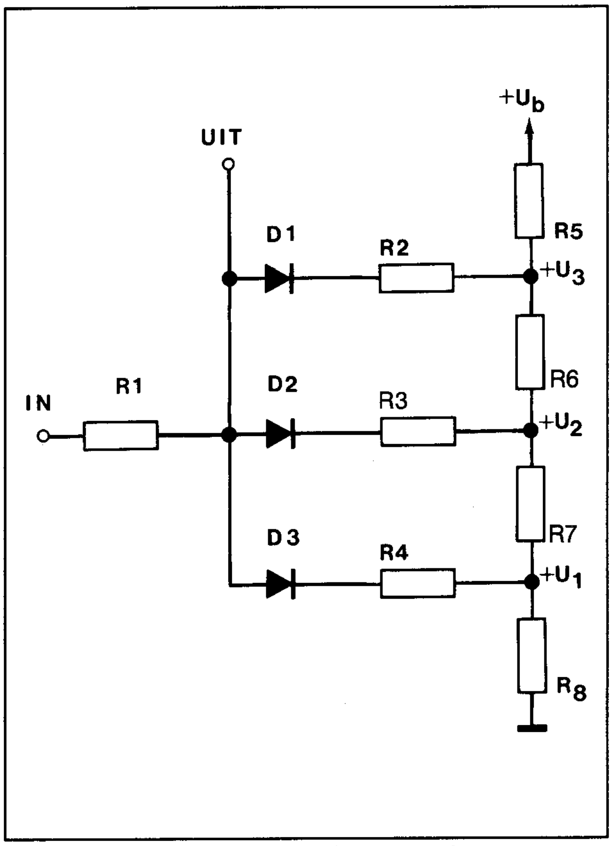
Uit de positieve voedingsspanning $+U_b$ worden door middel van een laagohmige spanningsdeler R5 tot en met R8 drie referentie-



Figuur 17/2.1-3: De praktische schakeling van de stuurbare oscillator bij de ICL 8038.

-spanningen $+U_1$, $+U_2$ en $+U_3$ afgeleid. De driehoekvormige spanning wordt via een voorschakelweerstand R1 en drie diode/weerstand netwerken met deze referenties verbonden. De katoden van de dioden staan op positieve spanningen, de dioden zullen dus eerst gaan geleiden als de spanning op de anoden groter wordt dan de referentie-spanningen +0,7 V.
De werking van de schakeling volgt uit de grafieken van figuur 17/2.1-5.
Als de driehoek kleiner is dan de onderste referentie, zullen alle dioden sperren en zal de spanning op de uitgang gelijk zijn aan de spanning op de ingang. Als de driehoek gelijk wordt aan de onderste referentie +0,7 V (punt A) zal diode D3 gaan geleiden. Er ontstaat nu een spanningsdeler R1/R4, die tot gevolg heeft dat de uitgangsspanning trager zal stijgen dan de ingangsspanning. De helling van het singaal op de uitgang wordt kleiner. Op punt B gaat ook D2 geleiden, waardoor de weerstand R3 parallel wordt

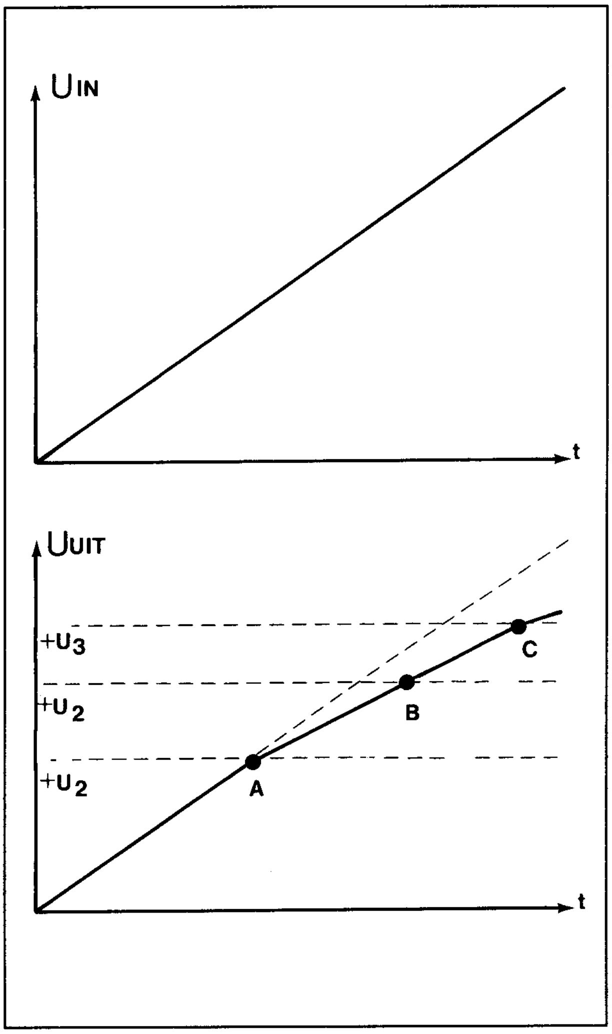
2.1 Achtergrond-informatie



Figuur 17/2.1-4: Basis-principe voor het omzetten van een driehoek in een sinusvormige spanning door middel van een spanningsafhankelijke verzwakker.

geschakeld aan de weerstand R4. De deelfactor van de spanningsdeler wordt groter, de uitgangsspanning gaat nog minder snel stijgen. Op punt C gaat ook D1 geleiden, R2 komt parallel te staan over R3 en R4, de deel-factor wordt nog groter. De spanning op de uitgang verloopt nu zeer vlak.

De uitgangsspanning is een vrij groffe benadering van een sinus-deel. Door het aantal diode/weerstand netwerken te vergroten en door het gehele systeem ook nog eens op te bouwen voor de negatieve helft van de driehoek kan men de driehoek stapsgewijs omzetten in een vrij aardige benadering van een ideale sinus.
Een en ander is voorgesteld in figuur 17/2.1-6.
Uit deze principiële bespreking van de wer-

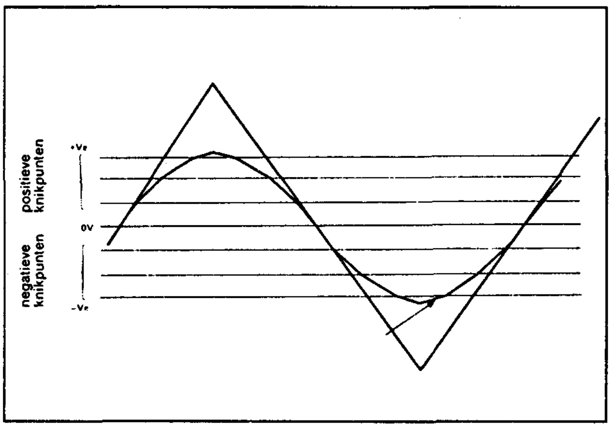


Figuur 17/2.1-5: De in- en de uitgangsspanning van het schema van figuur 17/2.1-4.

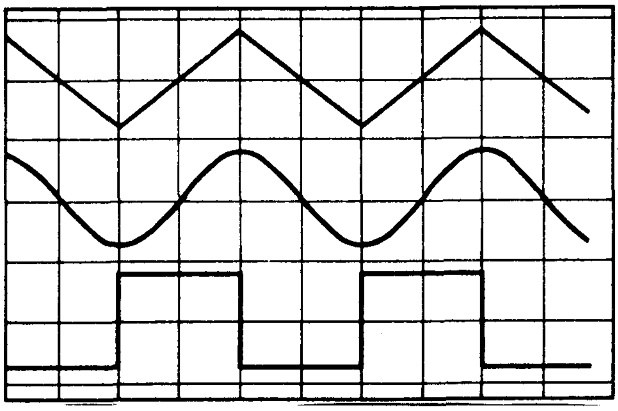
king van de driehoek-naar-sinus omzetter volgt een fundamentele eigenschap van geïntegreerde functie-generatoren: de sinus die de schakeling levert heeft steeds een veel kleinere amplitude dan de driehoek. Wil men de grootte van de drie uitgangssignalen aan elkaar gelijk maken, dan zal men steeds een extra versterker moeten inschakelen, waarvan de versterking wordt aangepast aan de signaal-vorm die men selecteert.

De tijd-relatie tussen de uitgangen
Sommige IC's hebben drie afzonderlijke uitgangen, waarvan men driehoeken, recht-

2.1 Achtergrond-informatie



Figuur 17/2.1-6: Grafisch verband tussen de driehoek en de uit dit signaal afgeleide sinus.



Figuur 17/2.1-7: De tijd- of fase-relatie tussen de drie uitgangsspanningen van een standaard geïntegreerde functie-generator.

hoeken en sinussen kan aftakken. De onderlinge tijdrelatie tussen deze drie signalen is getekend in figuur 17/2.1-7.
Merk op dat deze geheel anders is dan men gewend is van een klassieke sinus-generator met achtergeschakelde rechthoekgenerator!

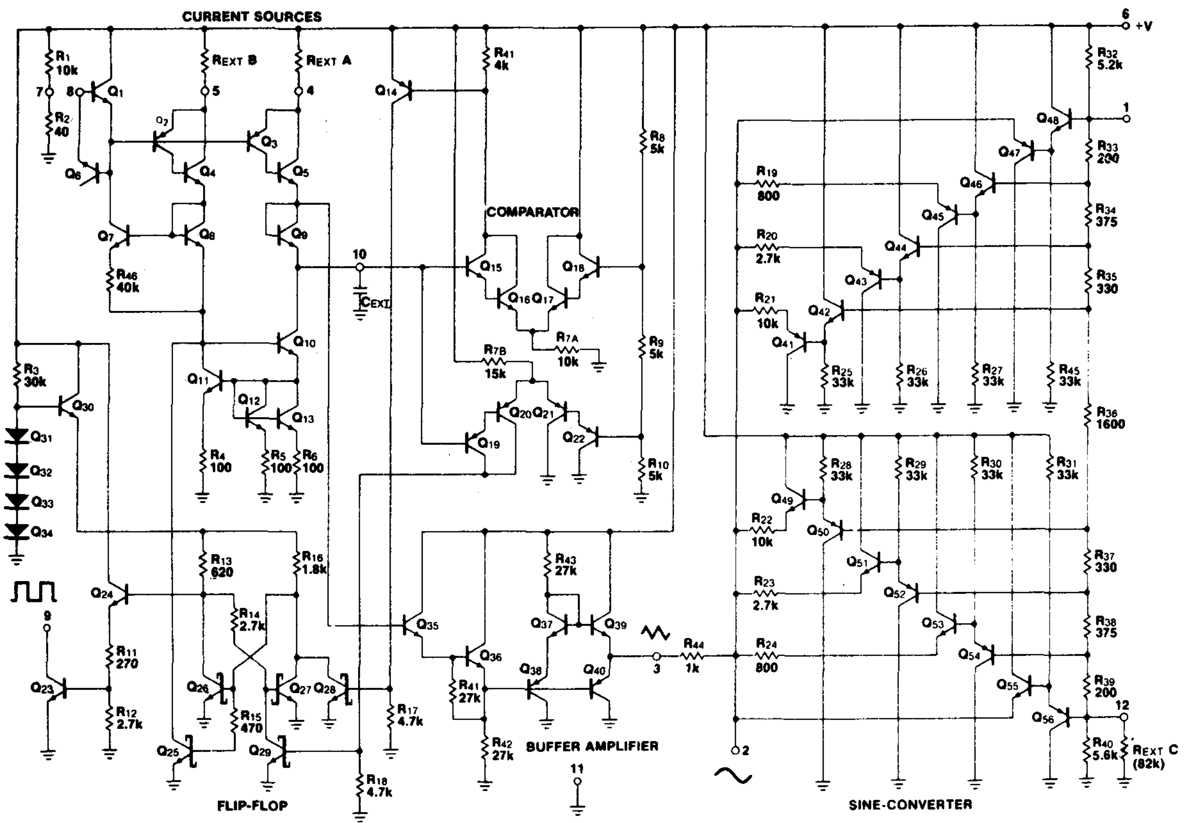
Een praktisch voorbeeld

Figuur 17/2.1-8 geeft het volledig uitgewerkte interne schema van de ICL 8038 van Intersil.
De twee stroombronnen, links boven in het schema, zijn reeds besproken aan de hand van figuur 17/2.1-3.
De twee comparatoren zijn opgebouwd rond de transistoren Q15 tot en met Q18 en de transistoren Q19 tot en met Q22. De twee drempels worden opgewekt door een resistieve spanningsdeler R8 tot en met R10, geschakeld tussen de twee voedingsaansluitingen. De drie weerstanden zijn even groot, zodat men kan stellen dat de twee drempels $U_b/3$ uit elkaar liggen, waarbij U_b staat voor de absolute som van de positieve en negatieve voedingsspanning. De driehoekvormige spanning zal dus variëren tussen ⅓ U_b en ⅔ U_b.
De spanning over de condensator wordt via Q9 naar de buffer geleid, die is samengesteld rond de transistoren Q35 tot en met Q40. Deze schakeling heeft een complementaire eindtrap, zodat het signaal met een zeer lage impedantie ter beschikking staat op de uitgang pen 3.
Hetzelfde signaal wordt ook aan de sinusomvormer, rechter deel van het schema, aangeboden. De diode/weerstand netwerken zijn nu uitgevoerd met transistoren en weerstanden, maar de basis-configuratie en de symmetrische opbouw zijn duidelijk te onderscheiden. De weerstanden R32 tot en met R40 vormen de spanningsdeler, die de referentie-spanningen opwekt.
De uitgang voor de rechthoekvormige spanning wordt afgeleid van de flip-flop. Deze 'buffer' bestaat uit een enkele transistor Q23 (links onder), zonder interne collector-weerstand.

De rechthoek-buffer

Alle besproken schakelingen hebben een open-collector buffer in de uitgang van de rechthoekvormige spanning. Men moet deze uitgang volgens het schema van figuur 17/2.1-9 via een weerstand R_L met de positieve voeding $+U_b$ verbinden. Dit heeft echter als nadeel dat er een laagdoorlaat-filter ontstaat, samengesteld uit de weerstand R_L en de paracitaire bedradings-capaciteit C_X. Dit filter zal de voorflank van het signaal afvlak-

2.1 Achtergrond-informatie



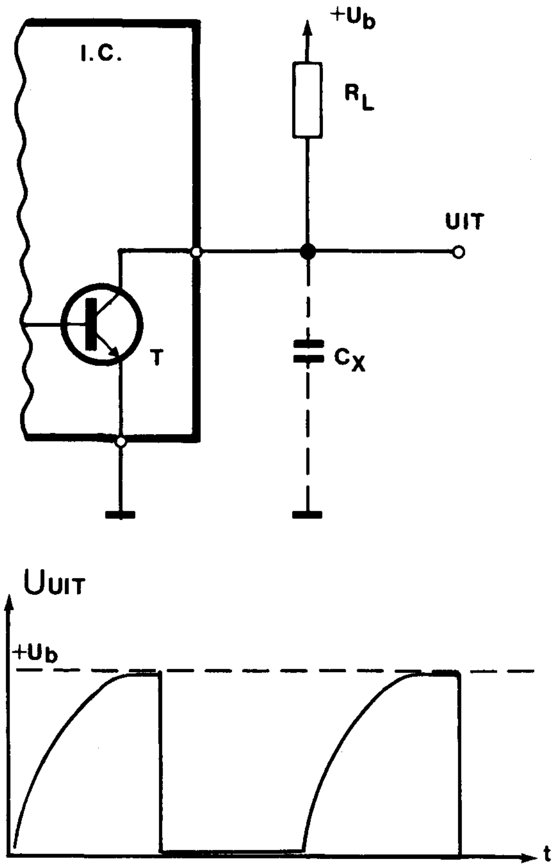
Figuur 17/2.1-8: De volledige interne schakeling van de ICL 8038 als voorbeeld van de schakeltechnische principes die in geïntegreerde functie-generatoren worden toegepast.

ken, de stijgtijd zal dus aanzienlijk vergroten. Dit verschijnsel is er de oorzaak van dat de blokspanning boven de 10 kHz in feite niet meer als dusdanig bruikbaar is!

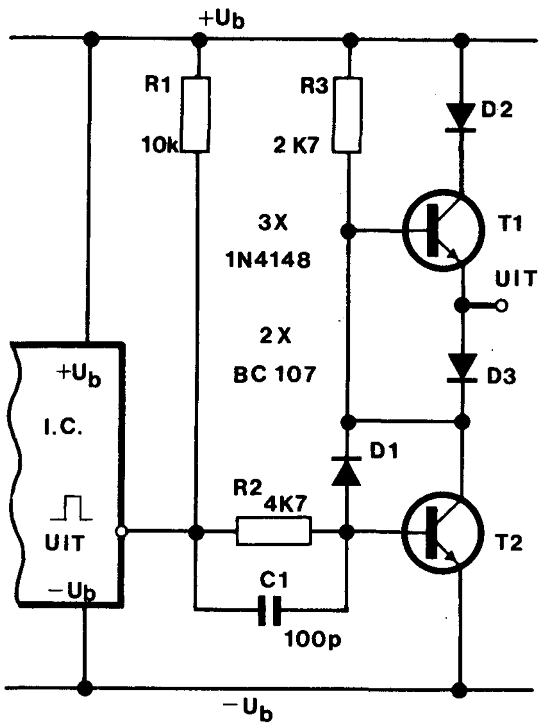
Er bestaat maar één oplossing voor dit zwakke punt in de interne schakeling en dat is een speciale externe buffer op de rechthoek-uitgang van het IC aansluiten. Deze buffer, waarvan het schema is getekend in figuur 17/2.1-10, is afgeleid van de TTL-technologie en bestaat in principe uit twee elektronische schakelaars, die de uitgang ofwel met de $+U_b$, ofwel met de $-U_b$ verbinden. De uitgang van deze buffer is zeer laagimpedant en kan tamelijk grote capacitieve belastingen voeden zonder dat er problemen ontstaan met de stijgtijd van het signaal.

Als de rechthoekvormige uitgang van het IC hoog wordt, zal T2 in geleiding gestuurd worden via weerstanden R1 en R2. De uitgang wordt naar de $-U_b$ getrokken. Transistor T1 spert, omdat de basis op een spanning staat die ongeveer 0,7 V negatiever is dan de spanning op de emitter. Dit spanningsverschil wordt veroorzaakt door de geleidende diode D3. Als de uitgang van het IC laag wordt, zal

2.1 Achtergrond-informatie



Figuur 17/2.1-9: De uitgangstrap met open collector veroorzaakt ontoelaatbare signaalvervormingen.



Figuur 17/2.1-10: Het is noodzakelijk de rechthoekuitgang van een functie-generator IC af te sluiten met een impedantiebuffer.

T2 sperren en zal T1 in geleiding gestuurd worden via R3. De uitgang van de buffer wordt nu naar de $+U_b$ getrokken.

2.1 Achtergrond-informatie

17/2.2

Type-beschrijving

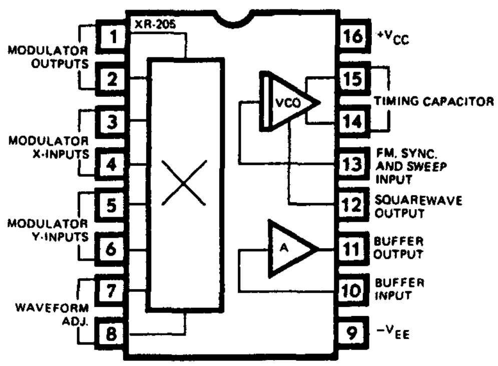
Opmerking
In verband met de complexiteit van deze IC's en de vele speciale in- en uitgangen wordt afgezien van het geven van een pen-identificatie tekening. De benamingen van deze pennen zijn toch volledig inhoudsloos zonder dat een blokschema ter beschikking staat. De pen-identificatie kan worden afgeleid van de interne blokschema's en voorbeeld-schakelingen.

XR 205

4 MHz max.; 2,5% vervorming

Functie-generator met een als emittergekoppelde multivibrator uitgevoerde spanningsgestuurde oscillator, een diode-weerstand netwerk voor het omvormen van de driehoek in een sinus, een symmetrische modulator voor externe besturing van de amplitude van de uitgangssignalen en een buffer-versterker die los staat van de rest van de schakeling en naar keuze in een deel van de schakeling kan worden ingezet.

Technische gegevens
- fabrikant: EXAR
- behuizing: DIL-16
- intern blokschema: figuur 17/2.2-1
- algemene gegevens
- voedingsspanning: 8 V of +/−5 V min.
  26 V of +/−13 V max.
- voedingsstroom: 12 mA max.
- frequentie-stabiliteit:
  0,5%/$V_{voeding}$ max.
  600 ppm/°C max.
- amplitude-controle bereikt: 60 dB
- buffer uitgangs-impedantie: 50 Ω



Figuur 17/2.2-1: Intern blokschema XR 205

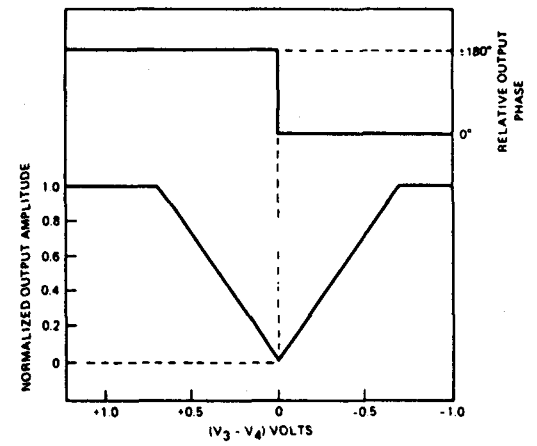
- uitgangsspanning: 6 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
- uitgangsstroom: +/−10 mA max.
- gegevens sinus-uitgang
- frequentie-bereik: 2 MHz min.
  4 MHz typisch
- uitgangspanning: 3 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
- vervorming: 2,5% typisch
  4,0% max.
- gegevens driehoek-uitgang
  - uitgangsspanning: 3 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
  - niet-lineariteit: +/−1% typisch
  - asymmetrie: +/−1% typisch
- gegevens zaagtand-uitgang
  - uitgangsspanning: 3 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
  - niet-lineariteit: 1,5% typisch
- gegevens rechthoek-uitgang
  - uitgangsspanning: 3 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ typisch
  - asymmetrie: +/−4% max.
  - stijgtijd: 80 ns bij 10 pF belasting
  - daaltijd: 60 ns bij 10 pF belasting

2.2 Typebeschrijving

- gegevens naaldpuls-uitgang
  - uitgangsspanning: 3 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
  - duty-cycle: 20 tot 80%
  - stijgtijd: 80 ns typisch
  - daaltijd: 60 ns typisch
- gegevens frequentie-modulatie
  - sweep bereikt: 1/7 min.
    1/10 typisch
  - vervorming: 0,3% typisch
- gegevens amplitude-modulatie
  - modulatie-bereikt: 0 tot 100%
  - niet-lineariteit: 0,5% typisch
  - asymmetrie: 1,0% typisch
  - draaggolf-onderdrukking: 52 dB typisch

Nadere gegevens

- frequentie:
  De frequentie wordt in eerste instantie bepaald door de waarde van de condensator tussen de pennen 14 en 15. Met de sweep-ingang open wordt de frequentie gegeven door:
  f = 400/C (Hz, μF).
- modulator:
  deY-ingangen (pennen 5 en 6) worden verbonden met de uitgangen 14 en 15 van de oscillator voor sinus en driehoek en met uitgang 12 voor rechthoek. De modulatiediepte is afhankelijk van de gelijkspanning tussen de ingangen 3 en 4.
  De polariteit van deze spanning bepaalt de fase van het uitgangssignaal. Het verband tussen de modulatie-spanning en de amplitude en fase van de uitgangsspanning is getekend in figuur 17/2.2-2.
  De uitgangsspanning van de modulator staat ter beschikking tussen de pennen 1 en 2. Een weerstand van 15 kΩ moet tussen deze pennen geschakeld worden om verzadiging van de uitgangstrap te voorkomen.
- FM-modulatie:
  De frequentie van het uitgangssignaal kan worden gemoduleerd door het aanleggen van een negatieve spanning op pen 13.
  Deze spanning moet via een voorschakelweerstand van 1 kΩ op het IC worden



Figuur 17/2.2-2: Relatie tussen de spanning tussen de pennen 3 en 4 en de uitgangs-amplitude en -fase.

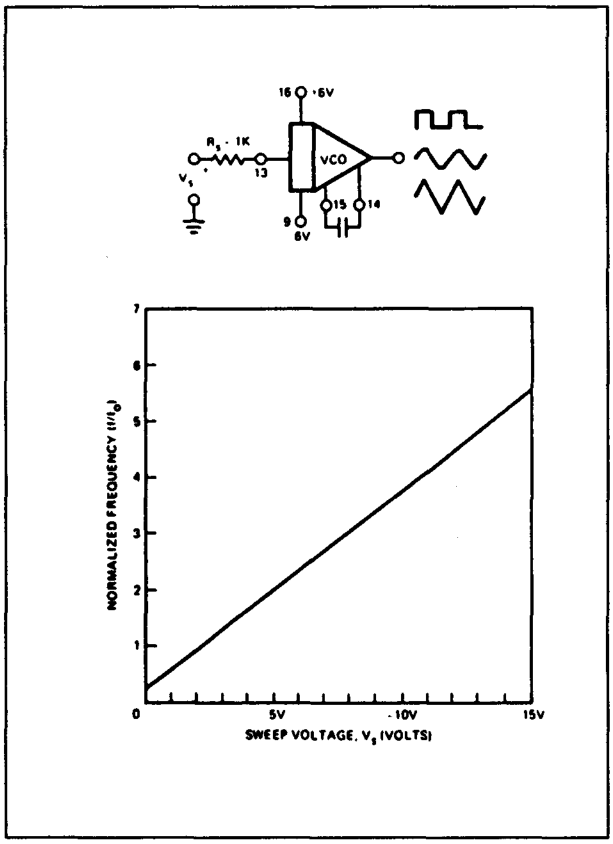
aangesloten. Het verband tussen frequentiedeviatie en de stuurspanning volgt uit de grafiek van figuur 17/2.2-3.
- buffer versterker:
  De interne, losse buffer kan volgens het schema van figuur 17/2.2-4 met een van de uitgangen verbonden worden. De uitgang van de buffer moet via een weerstand van maximaal 10 kΩ met het meest negatieve punt van de schakeling verbonden worden. De versterking van de trap kan worden geregeld door het variëren van de instelstroom in de ingang.
- snelle rechthoek-uitgang
  Op pen 12 staat een 0,7 V groot rechthoekvormig signaal ter beschikking met een stijgtijd van slechts 20 ns.

Voorbeeld-schakelingen

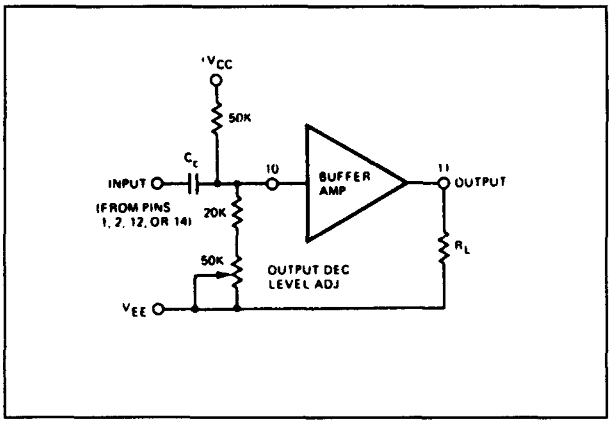
- figuur 17/2.2-5:

Basis-schema voor enkelvoudige voeding. Sinus op de uitgang als schakelaar S2 geopend is en schakelaar S1 gesloten. Afregelen op minimale vervorming met R_j. Driehoek op de uitgang als S1 en S2 beide geopend worden. Zaagtand op de uitgang als S1 geopend en S2 gesloten wordt.

2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-3: Relatie tussen de stuurspanning op pen 13 en de frequentie.

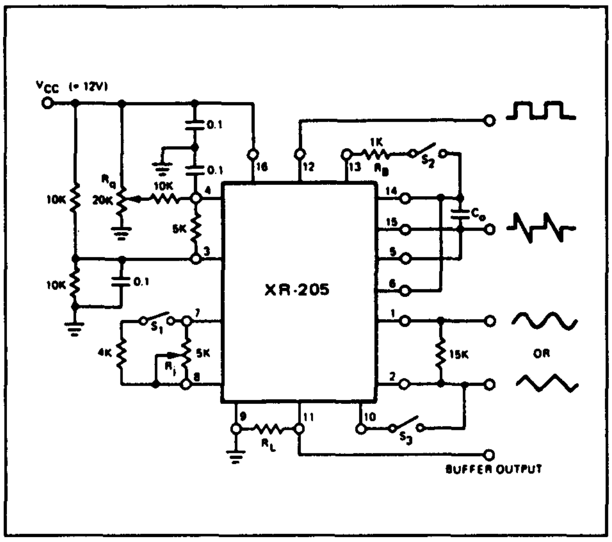


Figuur 17/2.2-4: Standaard schakeling van de interne buffer.

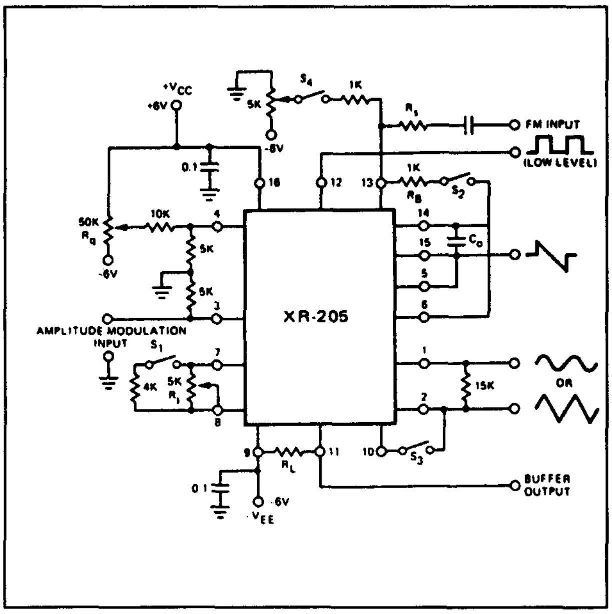
Instellen grootte van het signaal met behulp van R_q.

– figuur 17/2.2-6:

Basis-schema voor symmetrische voeding.



Figuur 17/2.2-5: Basis-schema van de XR 205 met enkelvoudige voeding.



Figuur 17/2.2-6: Standaard-schema van de XR 205 met symmetrische voeding.

Schakelaars en potentiometers hebben dezelfde functie als bij de vorige figuur.

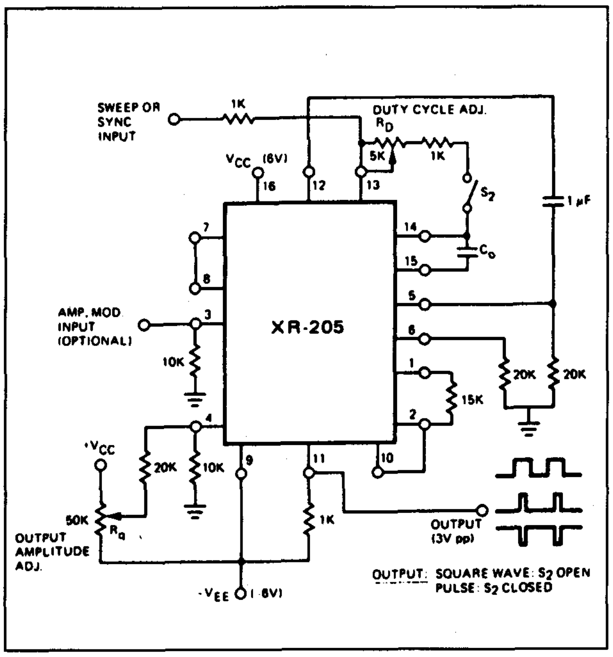
Schema is uitgebreid met AM- en FM-modulatie, respectievelijk op de pennen 3 en 12.

– figuur 17/2.2-7:

Basis-schema voor puls-generatie. Vierkant op de uitgang als S2 geopend is, puls als

2.2 Typebeschrijving

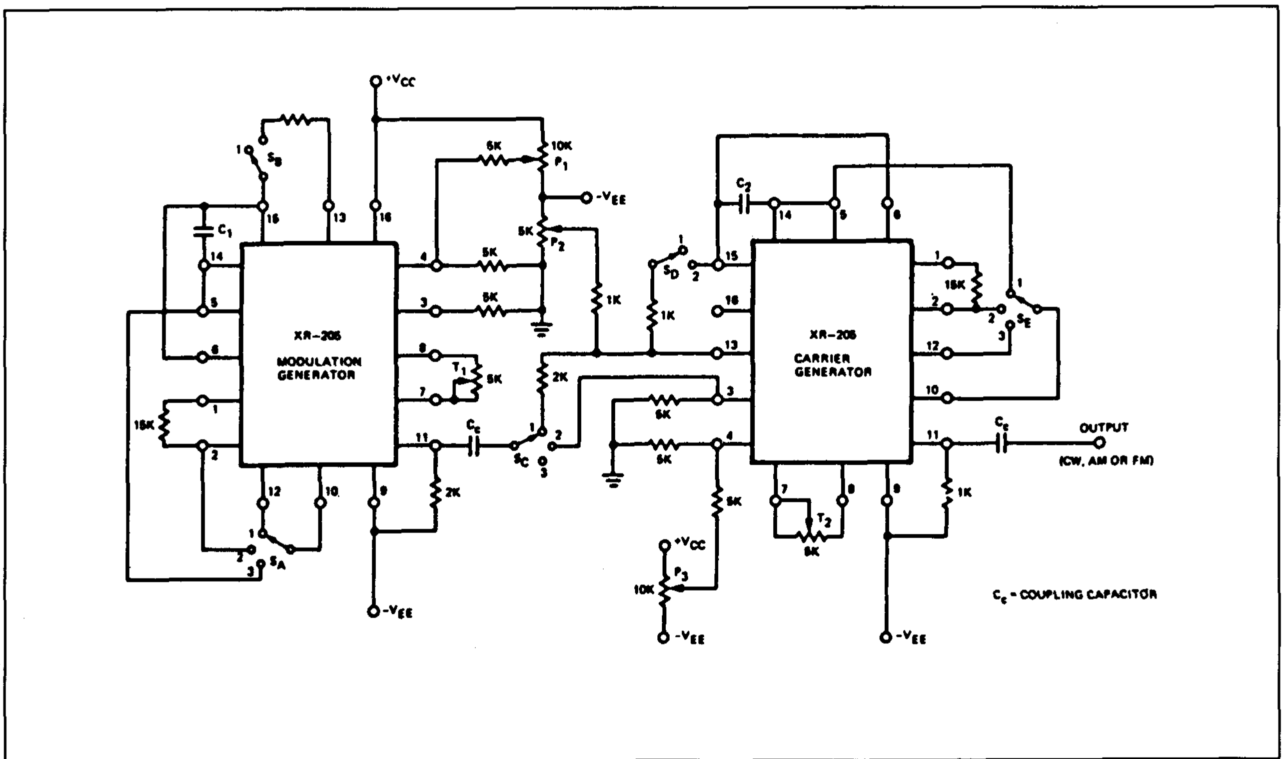
deze schakelaar gesloten is. De breedte van de puls (→ duty sycle) regelbaar met behulp van R_D.



Figuur 17/2.2-7: Schakeling voor puls-generator.

– figuur 17/2.2-8:
Volledig schema van een functie-generator met AM- en FM-modulatie, met een frequentie-bereik van 1 Hz tot 5 MHz en met sinus, driehoek, rechthoek, zaagtand, puls, AM, FM, FSK en PSK uitgangen.

- schakelaar S_A:
  selectie modulatie golfvorm
  1 - rechthoek; 2 - zaagtand; 3 - sinus of driehoek
- schakelaar S_B:
  duty sycle modulatie
  1 - 50%; 2 - 20%
- schakelaar S_C:
  modulatie modus
  1 - FM; 2 - AM; 3 - geen
- schakelaar S_D:
  duty sycle uitgang
  1 - 50%; 2 - 20%
- schakelaar S_E:
  golfvorm uitgang
  1 - zaagtand; 2 - sinus of driehoek; 3 - rechthoek of puls



Figuur 17/2.2-8: Volledige functie-generator met AM- en FM-sweep faciliteiten en alle denkbare golfvormen.

- potentiometers en trimmers
  P1: modulatie niveau;
  P2: uitgangs-frequentie;
  P3: uitgangs-amplitude;
  T1: modulatie golfvorm afregeling;
  T2: uitgangs golfvorm afregeling

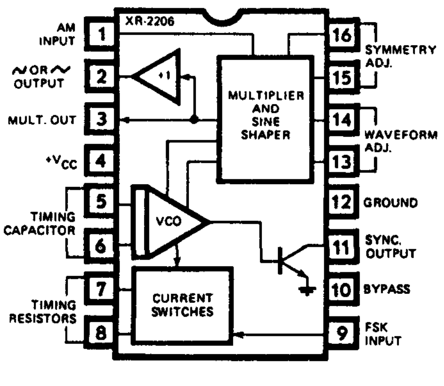
XR 2206

1 MHz max.; 0,5% vervorming

Tamelijk goedkope geïntegreerde functiegenerator, die zich heeft opgewerkt tot standaard voor hobby- en low quality toepassingen. De oscillator is van het VCO-type, die wordt bestuurd door twee frequentie-bepalende weerstanden R1 en R2, die door middel van een extern signaal geselecteerd kunnen worden. Sweep is mogelijk over een bereik van 1/2000, de duty sycle is instelbaar tussen 1 en 99%.

Technische gegevens

- fabrikant: EXAR
- behuizing: DIL-16
- intern blokschema: figuur 17/2.2-9



Figuur 17/2.2-9: Intern blokschema XR 2206.

- algemene gegevens
  - voedingsspanning:
    10 V of +/−5 V min.
    26 V of +/−13 V max.
  - voedingsstroom: 20 mA max.
  - frequentie-stabiliteit:
    0,01 %/$V_{voeding}$ max.
    20 ppm/°C max.
  - frequentiebepalende C: 1 nF → 100 μF
  - frequentiebepalende R: 1 kΩ → 2 MΩ
  - interne U_{REF} (pen 10): 2,5 tot 3,5 V
- gegevens sinus-uitgang
  - frequentie-bereik: 0,5 MHz min.
    1,0 MHz typisch
  - uitgangsspanning: 6 $V_{top-tot-top}$ max.
  - vervorming: 0,5% typisch
    1,5% max.
  - stabiliteit: 0,5 dB voor 1/1000 sweep
- gegevens driehoek-uitgang
  - uitgangsspanning: 6 $V_{top-tot-top}$ max.
  - niet-lineariteit: +/−1 % typisch
  - asymmetrie: +/−1 % typisch
- gegevens rechthoek-uitgang
  - uitgangsspanning: 12 $V_{top-tot-top}$ typisch
  - asymmetrie: +/−4% max.
  - stijgtijd: 250 ns bij 10 pF belasting
  - daaltijd: 50 ns bij 10 pF belasting
- gegevens frequentie-modulatie
  - sweep bereik: 1/2000 typisch
  - lineariteit: 2% voor 1/10
    8% voor 1/1000
  - vervorming: 0,1 %
- gegevens amplitude-modulatie
  - modulatie-bereik: 0 tot 100%
  - niet-lineariteit: 2% typisch
  - draaggolf-onderdrukking: 55 dB typisch
  - ingangs-impedantie: 100 kΩ
- omschakelniveau pen 9 (R1/R2 omschakeling):
  1,0 V min.
  2,0 V max.

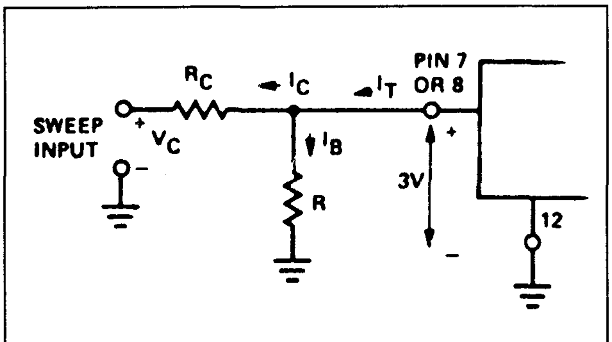
Nadere gegevens

- frequentie:
  De frequentie van het uitgangssignaal wordt bepaald door de waarde van de condensator tussen de pennen 5 en 6 en door de waarde van een van de weerstanden tussen de $-U_b$ en pen 7 of 8:
  f = 1/R.C (Hz, Ω, F)
- omschakeling R1/R2:
  Afhankelijk van het logische signaal op

2.2 Typebeschrijving

pen 9 zal of de ene of de andere timing-weerstand actief zijn. Als pen 9 open is of op een spanning staat die groter is dan 2 V, is de weerstand naar pen 7 ingeschakeld, als pen 9 op een lagere spanning staat dan 1 V is de weerstand naar pen 8 actief.

- frequentie-modulatie:
  De frequentie van het uitgangssignaal kan gemoduleerd worden door het aanleggen van een stuurspanning op pen 8 of pen 7, volgens het schema van figuur 17/2.2-10. Deze pennen staan intern op een spanning die 3 V positiever is dan $-U_b$ en de frequentie wordt bepaald door de totale stroom I_T die uit deze pennen vloeit. Deze stroom moet kleiner zijn dan 3 mA en de waarde wordt bepaald door R, R_c en V_c.



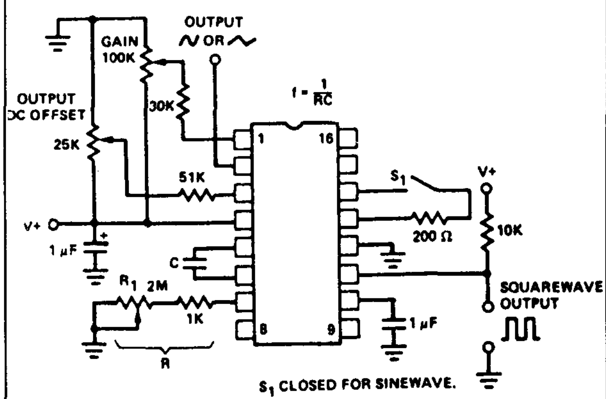
Figuur 17/2.2-10: Sweep-modulatie door het aanleggen van een externe spanning tussen de voeding en pen 7 of 8.

- amplitude-modulatie:
  De amplitude van het uitgangssignaal is recht evenredig met de grootte van de stuurspanning op pen 1. Als deze spanning gelijk wordt aan 1/2 U_b, dan zal de amplitude nul zijn. Bij verdere daling stijgt de amplitude weer, maar is de fase van het signaal geïnverteerd.
- DC-offset:
  Op de uitgang staat een gelijkspanning, waarvan de grootte wordt bepaald door de spanning op pen 3. De impedante tussen pen 3 en de massa moet minstens gelijk zijn aan 10 kΩ, maar mag niet groter zijn dan 100 kΩ.
- sinus/driehoek omschakeling:
  Pen 2 levert een sinus als tussen de pennen 13 en 14 een weerstand van ongeveer 200 Ω wordt geschakeld en een driehoek als de verbinding tussen deze pennen wordt verbroken.

Voorbeeld-schakelingen

- figuur 17/2.2-11:

Basis-schema voor enkelvoudige voeding en zonder externe afregeling op minimale vervorming van de uitgangssignalen. De frequentie wordt bepaald door R en C, omschakelen tussen sinus en driehoek met S1.
Dit schema kan omgezet worden naar symmetrische voeding door alle massa-symbolen te verbinden met de negatieve voeding.

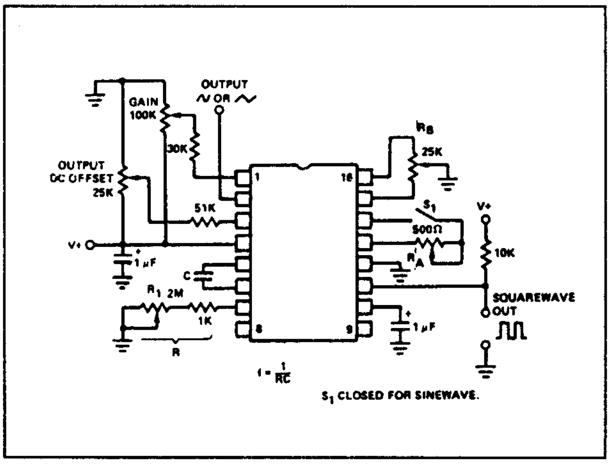


Figuur 17/2.2-11: Standaard-schakeling van de XR 2206.

- figuur 17/2.2-12:

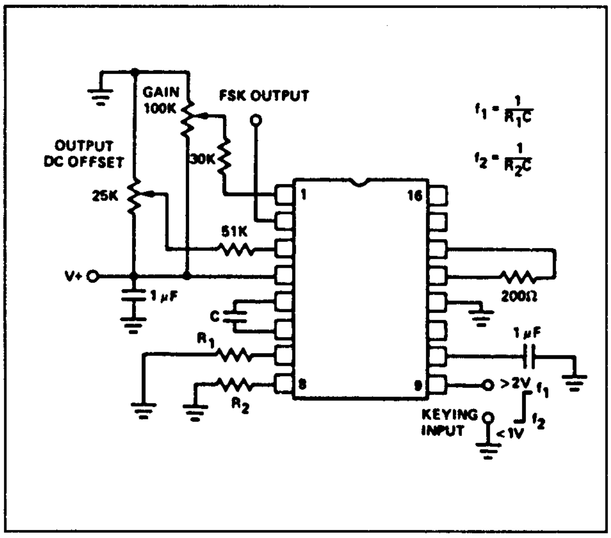
Basis-schema met voorzieningen voor het minimaliseren van de vervorming van het uitgangssignaal.
Zet R_B in de middenstand en verdraai R_A voor minimale vervorming op de sinus. Verdraai nadien R_B voor verdere reductie van de vervorming. Vervormings-percentages van 0,2 tot 0,5% zijn mogelijk.

2.2 Type-beschrijving



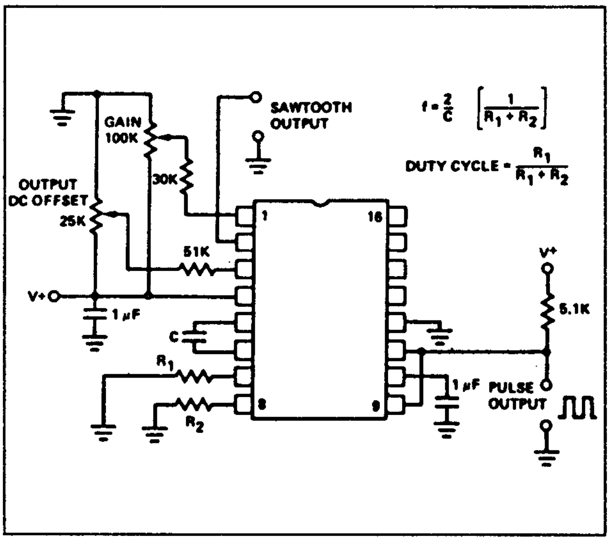
Figuur 17/2.2-12: Schakeling waarbij de vervorming op de sinus geminimaliseerd kan worden.

– figuur 17/2.2-13:
Eenvoudige FSK-generator met sinus-uitgang. De frequenties voor digitaal 'L' en 'H' worden bepaald door de tijd-constanten τ_1 = C.R1 en τ_2 = C.R2. Pen 9 kan rechtstreeks met een TTL-signaal gestuurd worden.



Figuur 17/2.2-13: FSK-generator die twee verschillende frequenties levert als pen 9 'L' of 'H' is.

– figuur 17/2.2-14:
Zaagtand- en puls-generator door de FSK-ingang pen 9 rechtstreeks te verbinden met de rechthoek uitgang 11. De duty sycle van de puls wordt bepaald door de verhouding tussen R1 en R2. Deze weerstanden moeten groter zijn dan 1 kΩ en kleiner dan 2 MΩ, hetgeen een bereik van 1 tot 99% mogelijk maakt.



Figuur 17/2.2-14: Puls- en zaagtand-generator.

XR 8038

1 MHz max.; 1,0% vervorming

Exar versie van de ICL van Intersil. Zie aldaar voor gegevens.

ICL 8038

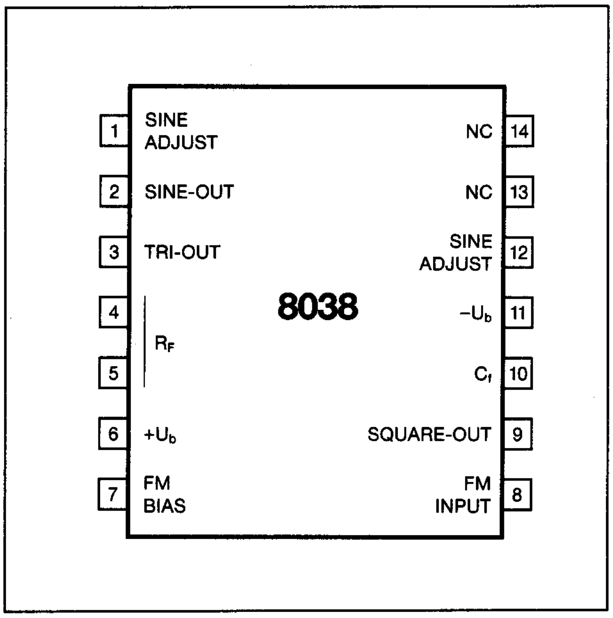
1 MHz max.; 1,0% vervorming

Functie-generator die met een minimaal aantal externe componenten rechthoek-, driehoek- en sinusvormige signalen levert aan drie individuele uitgangen. In principe zijn slechts een condensator en 6 weerstanden nodig om een complete schakeling samen te stellen.

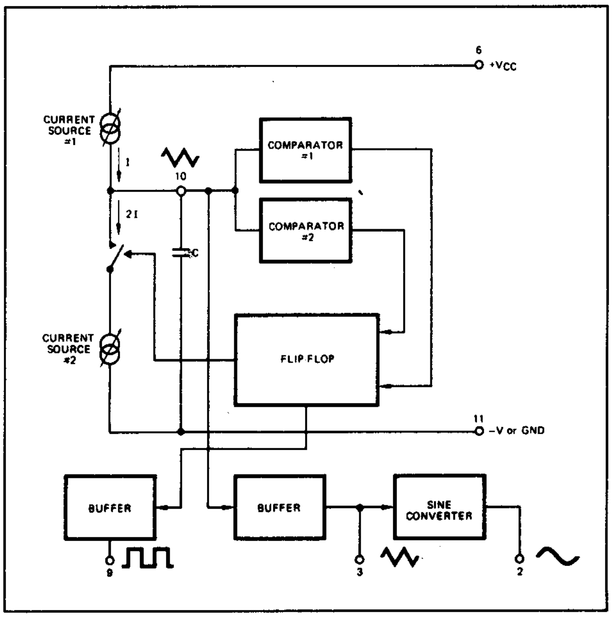
Technische gegevens

- fabrikant: Intersil
- behuizing: DIL-14
- aansluitgegevens: figuur 17/2.2-15
- intern blokschema: figuur 17/2.2-16
- algemene gegevens
  - voedingsspanning: 10 V of +/–5 V min.
    30 V of +/–15 V max.
  - voedingsstroom: 20 mA max.

2.2 Typebeschrijving



Figuur 17/2.2-15: Aansluitgegevens ICL 8038.



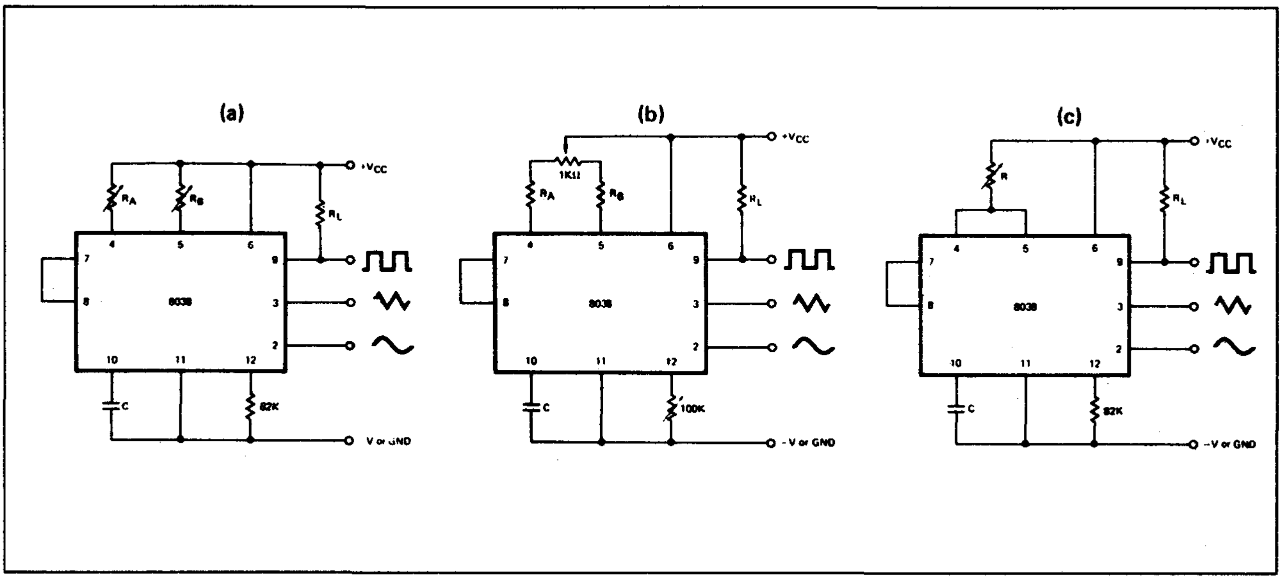
Figuur 17/2.2-16: Intern blokschema ICL 8038.

  - frequentie-stabiliteit:
    0,05%/$V_{voeding}$ max.
    100 ppm/°C max.
  - frequentiebepalende R's: 1 kΩ → 1 MΩ
- gegevens sinus-uitgang
  - frequentie-bereik: 0,1 MHz min.
    1,0 MHz typisch
  - uitgangsspanning: 0,22 . U_b
  - vervorming: 0,5% typisch
    0,8% max.
- gegevens driehoek-uitgang
  - uitgangsspanning: 0,33 . U
  - niet-lineariteit: +/−0,1% typisch
  - asymmetrie: +/−1% typisch
- gegevens rechthoek-uitgang
  - uitgangsspanning: U_b
  - stijgtijd: 100 ns bij 10 pF belasting
  - daaltijd: 40 ns bij 10 pF belasting
  - duty sycle: 2 → 98%
- gegevens frequentie-modulatie
  - sweep bereik: 1/40 typisch
  - vervorming: 0,2% typisch

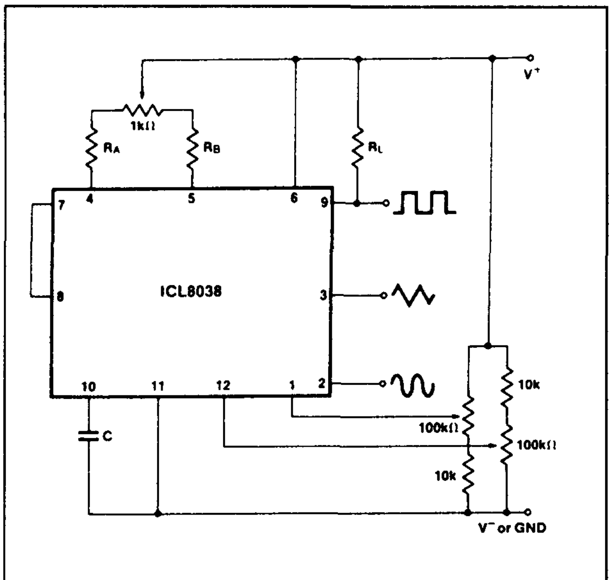
Nadere gegevens

- frequentie en duty sycle:
  Bij dit IC worden de frequentie en de duty sycle bepaald door een condensator tussen pen 10 en $-U_b$ en door een of twee weerstanden tussen de $+U_b$ en de pennen 4/5 of 4 en 5.
  Figuur 17/2.2-17 geeft de drie voorgestelde instel-mogelijkheden.
  Figuur c: één RC-produkt, geen mogelijkheid de duty cycle in te stellen, frequentie:
  f = 0,15/R.C (Hz, Ω, F)
  Figuren a en b: twee RC-producten, duty sycle afhankelijk van verhouding tussen Ra en Rb, frequentie:
  f = 0,3/R.C (Hz, Ω, F)
  waarbij Ra = Rb = R
  De laadstromen, die door de twee weerstanden geleverd worden, moeten groter dan 10 μA en kleiner dan 5 mA zijn.
- instellen signaal-vervorming:
  De vervorming van de sinus kan worden geminimaliseerd volgens het schema van figuur 17/2.2-18. Door het afregelen van de twee 100 KΩ trimmers kan men de vervorming terugbrengen tot ongeveer 0,5%.
- frequentie-modulatie:
  De frequentie van het uitgangssignaal is recht evenredig met de gelijkspanning op pen 8, met de $+U_b$ als referentie.

2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-17: Drie mogelijke frequentie- en duty sycle-instellingen bij de 8038.



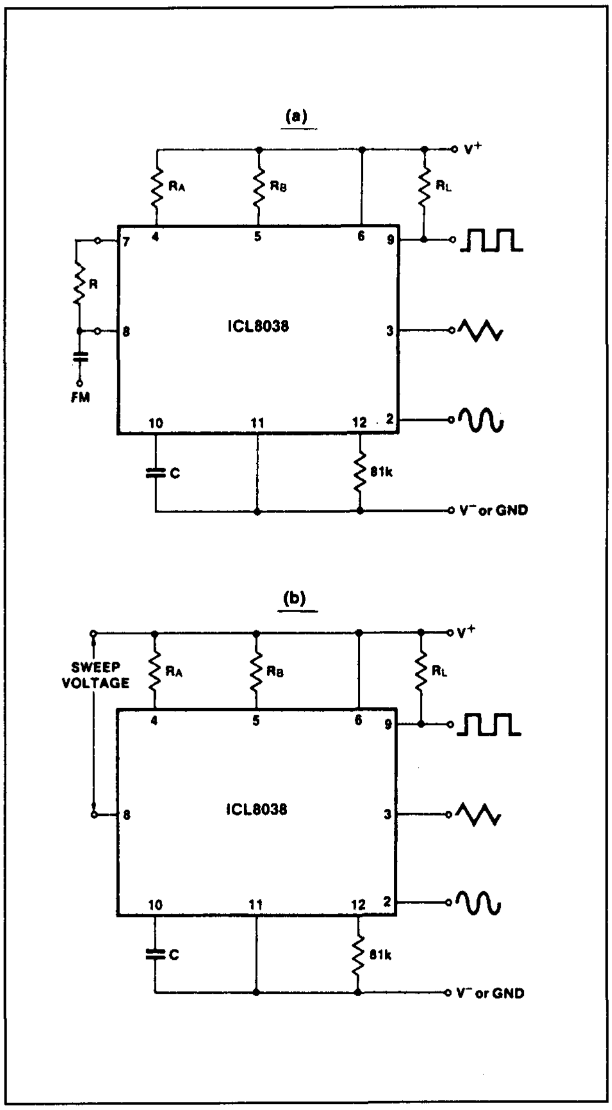
Figuur 17/2.2-18: Het afregelen van de sinus op minimale vervorming.

Figuur 17/2.2-19 geeft twee modulatie-systemen. Bij het bovenste wordt een wisselspanningssignaal capacitief aan pen 8 aangeboden, dit systeem is bruikbaar voor FM-modulaties met kleine frequentie-deviatie. Bij het onderste systeem wordt een gelijkspanning aangelegd tussen de $+U_b$ en pen 8, waardoor een sweep over een bereik van 1/1000 mogelijk is. De sweep-spanning mag variëren tussen $+U_b$ (f = 0) en 2/3 U_b + 2V.

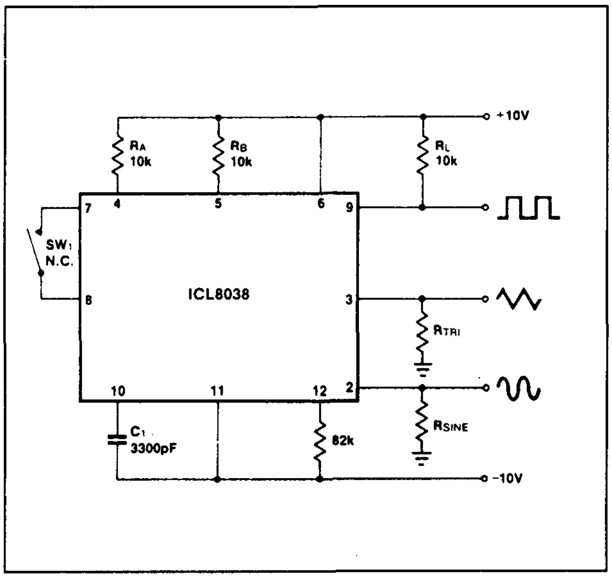
Voorbeeld-schakelingen

- figuur 17/2.2-20:
Basis-schema van de functie-generator voor symmetrische uitgangsspanningen en zonder de mogelijkheid de vervorming op minimaal af te regelen.
- figuur 17/2.2-21:
Om de vrij hoge uitgangs-impedantie van de sinus-uitgang (1 kΩ) te compenseren wordt aanbevolen deze uitgang af te sluiten met een externe buffer-versterker. Men kan de 741 vervangen door een veel breedbandigere CA 3140.
- figuur 17/2.2-22:
Door het kortsluiten van de frequentiebepalende condensator naar massa stopt de oscilatie, waardoor het mogelijk is de generator om te vormen tot een burst-oscillator. De twee dioden vormen een AND-poort, die ervoor zorgt dat de burst altijd bij het begin van een periode start.
- figuur 17/2.2-23:
Eenvoudige sweep-generator met een bereik van 1/1000. Met de hoogohmige poten-

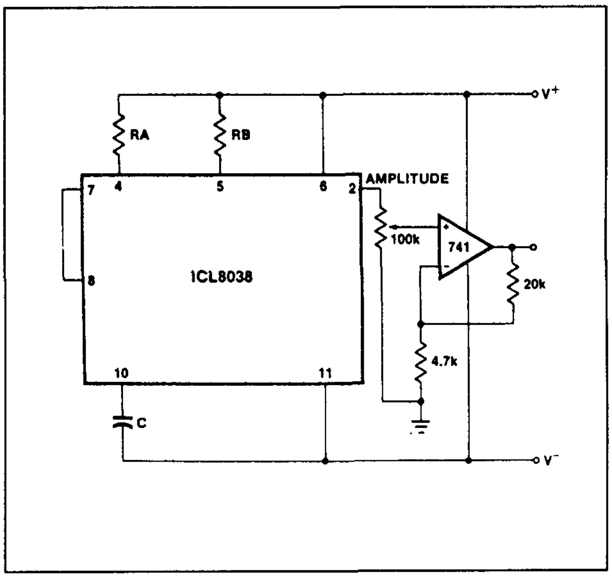
2.2 Typebeschrijving



Figuur 17/2.2-19: Twee basis-schakelingen voor het moduleren van de frequentie.



Figuur 17/2.2-20: Meest eenvoudige toepassing van de 8038, zonder afregel-mogelijkheden.



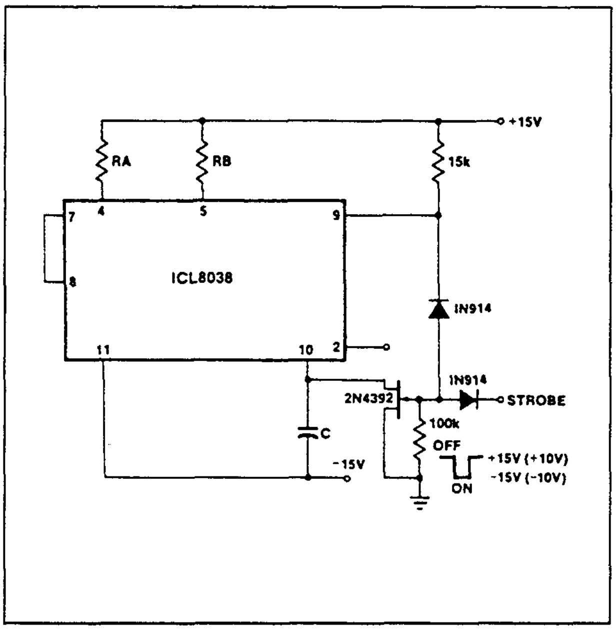
Figuur 17/2.2-21: Het verlagen van de sinus-impedantie door het extern aanbrengen van een buffer-versterker.

tiometer van 15 MΩ kan men de duty sycle variatie over het volledige sweep-bereik minimaliseren.

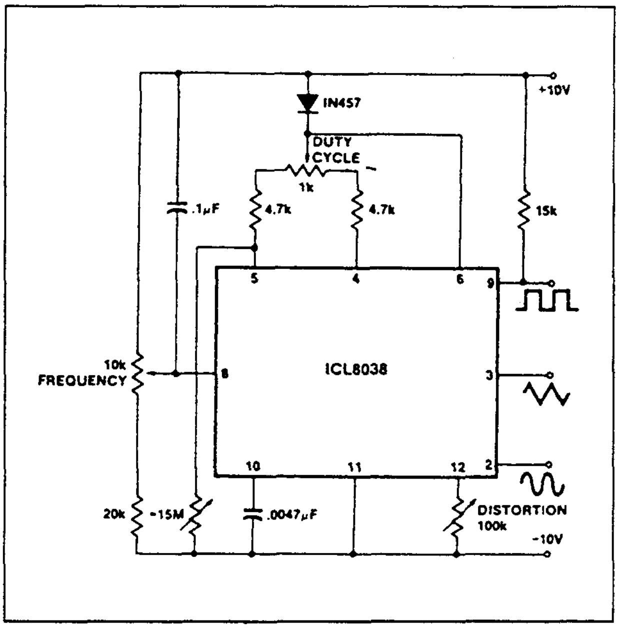
– figuur 17/2.2-24:

Spanningsgestuurde sweep-generator met geoptimaliseerde eigenschappen. De opamp in de sweep-ingang verbetert de lineariteit van de sweep, voornamelijk bij lage frequenties.

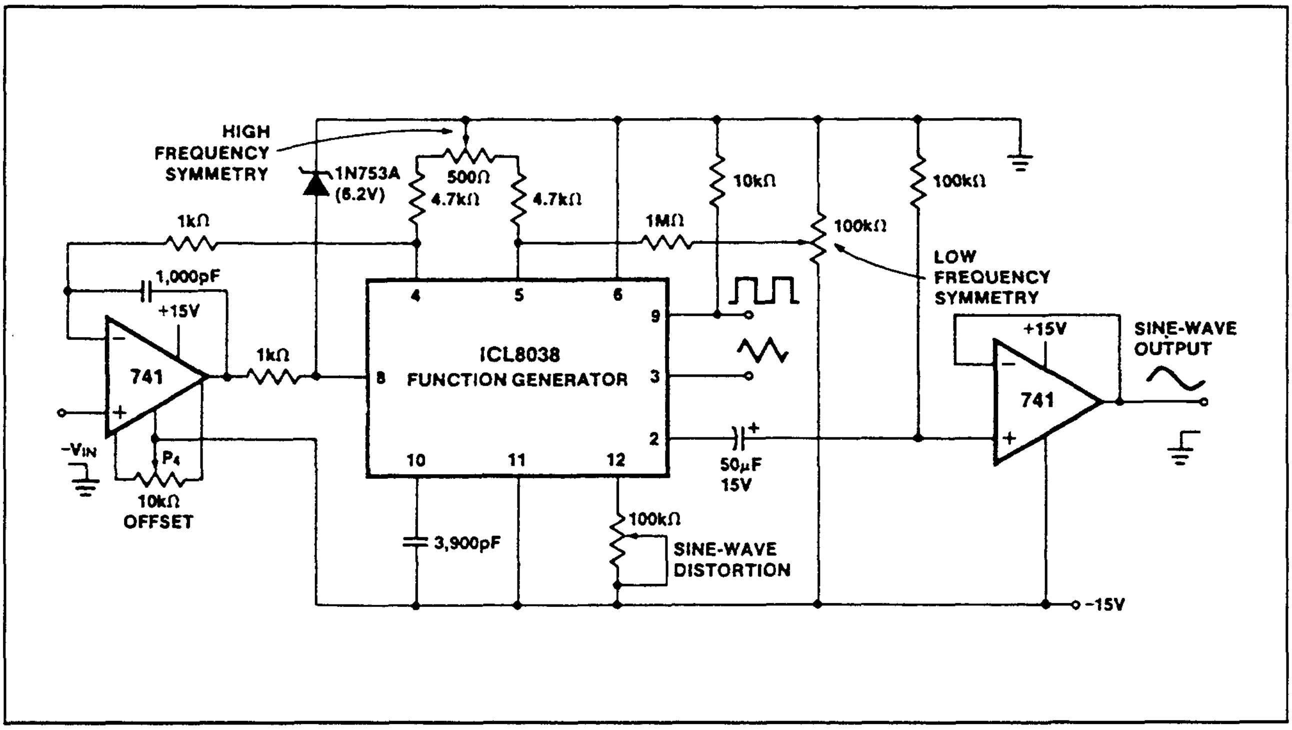
2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-22: Burst-generator door het kortsluiten van de condensator naar de massa via een FET.



Figuur 17/2.2-23: Sweep-generator, waarbij de frequentie over een groot bereik met één potentiometer in te stellen is.



Figuur 17/2.2-24: Kwalitatief hoogwaardige sweep-generator met een zeer goede lineariteit over het volledige bereik.

2.2 Type-beschrijving

MAX038

20 MHz max., 0,75 % vervorming

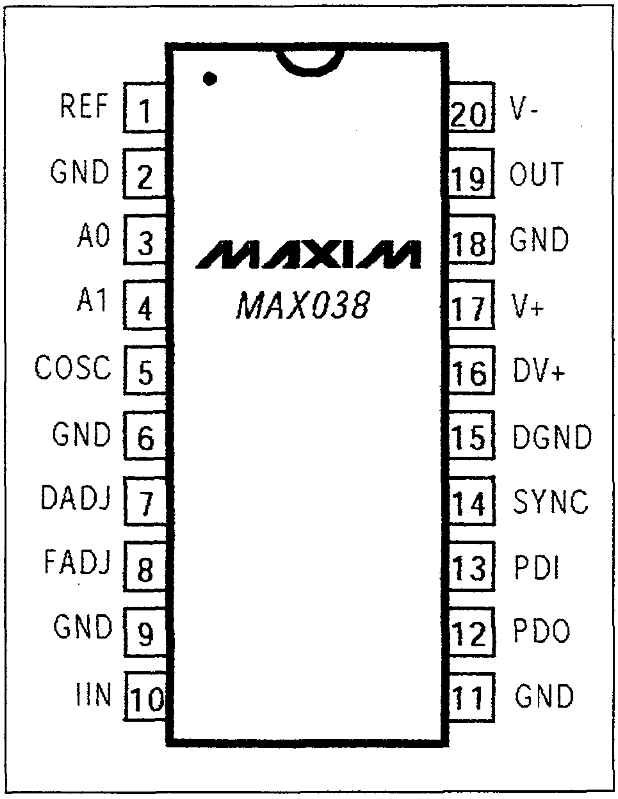
De MAX038 is een hoogfrequente zeer nauwkeurige functie-generator die met een minimaal aantal externe componenten sinusvormige, zaagtandvormige, driehoekvormige, rechthoekvormige en pulsvormige signalen genereert. De uitgangsfrequentie, instelbaar tussen 0,1 Hz en 20 MHz, wordt bepaald door een extern RC-netwerk, een stroom en een interne bandgap-referentie van 2,5 V. De duty-cycle is instelbaar tussen 15 % en 85 % door het aanleggen van een stuurspanning van +/-2,3 V. Frequentie-modulatie en -sweeping kunnen op dezelfde manier worden ingesteld. De vorm van het uitgangssignaal wordt digitaal ingesteld door een binaire code op twee TTL-compatibele SELECT-pennen. Alle signalen zijn volledig symmetrisch ten opzichte van de massa en hebben een top-tot-top waarde van 2 V.
De afsluitende buffer heeft een zeer lage uitgangsimpedantie en kan stromen tot +/-20 mA leveren dan wel sinken. Er staat een TTL-compatibele SYNC-uitgang ter beschikking die onder alle omstandigheden een tijdsymmetrisch signaal genereert met dezelfde frequentie als het hoofdsignaal. De MAX038 heeft een interne fase-comparator, die gebruikt kan worden om het IC op een gebruikersvriendelijke manier op te nemen in een PLL.

Technische gegevens

- fabrikant: Maxim
- behuizing: DIL-20
- aansluitgegevens: figuur 17/2.2-25
- intern blokschema: figuur 17/2.2-26
- **voedingsspanningen**
  - positief V+:
    +4,75 V min.
    +5,25 V max.
  - positief SYNC DV+:
    +4,75 V min.
    +5,25 V max.
  - negatief U-:
    -4,75 V min.
    -5,25 V max.
- **voedingsstromen**
  positief: 45 mA max.
  positief SYNC: 2 mA max.
  negatief: -55 mA max.
- **spanningsreferentie**
  - uitgangsspanning:
    +2,48 V min.
    +2,50 V typisch
    +2,52 V max.
  - tempco: 20 ppm/°C typisch
  - regelcapaciteit: 4 mV/mA max.
- **frequentie karakteristieken**
  - maximale frequentie:
    20,0 MHz min.
    40,0 MHz typisch
  - frequentie-bepalende stroom:
    2,50 µA minimaal
    750 µA maximaal
  - offset-spanning: +/-2,0 mV max.
  - tempco: 600 ppm/°C max.
  - voedingsrejectie: +/-2,0 /V max.
- **uitgangsversterker**
  - nul-symmetrie: +/-4 mV max.
  - uitgangsimpedantie: 0,2 Ω max.
  - uitgangsstroom: +/-20 mA typisch
  - kortsluitstroom: 40 mA typisch
- **vierkantgolf uitgang**
  - amplitude:
    1,9 V_{ttt} min.
    2,0 V_{ttt} typisch
    2,1 V_{ttt} max.
  - stijgtijd: 12 ns typisch
  - daaltijd: 12 ns typisch
  - duty cycle:
    47 % min.
    50 % typisch
    53 % max.
  - vorm bij 20 MHz: figuur 17/2.2-27
- **driehoekgolf uitgang**
  - amplitude:
    1,9 V_{ttt} min.
    2,0 V_{ttt} typisch
    2,1 V_{ttt} max.
  - niet-lineariteit: 0,5 % typisch
  - duty-cycle:
    47 % min.
    50 % typisch
    53 % max.

2.2 Type-beschrijving

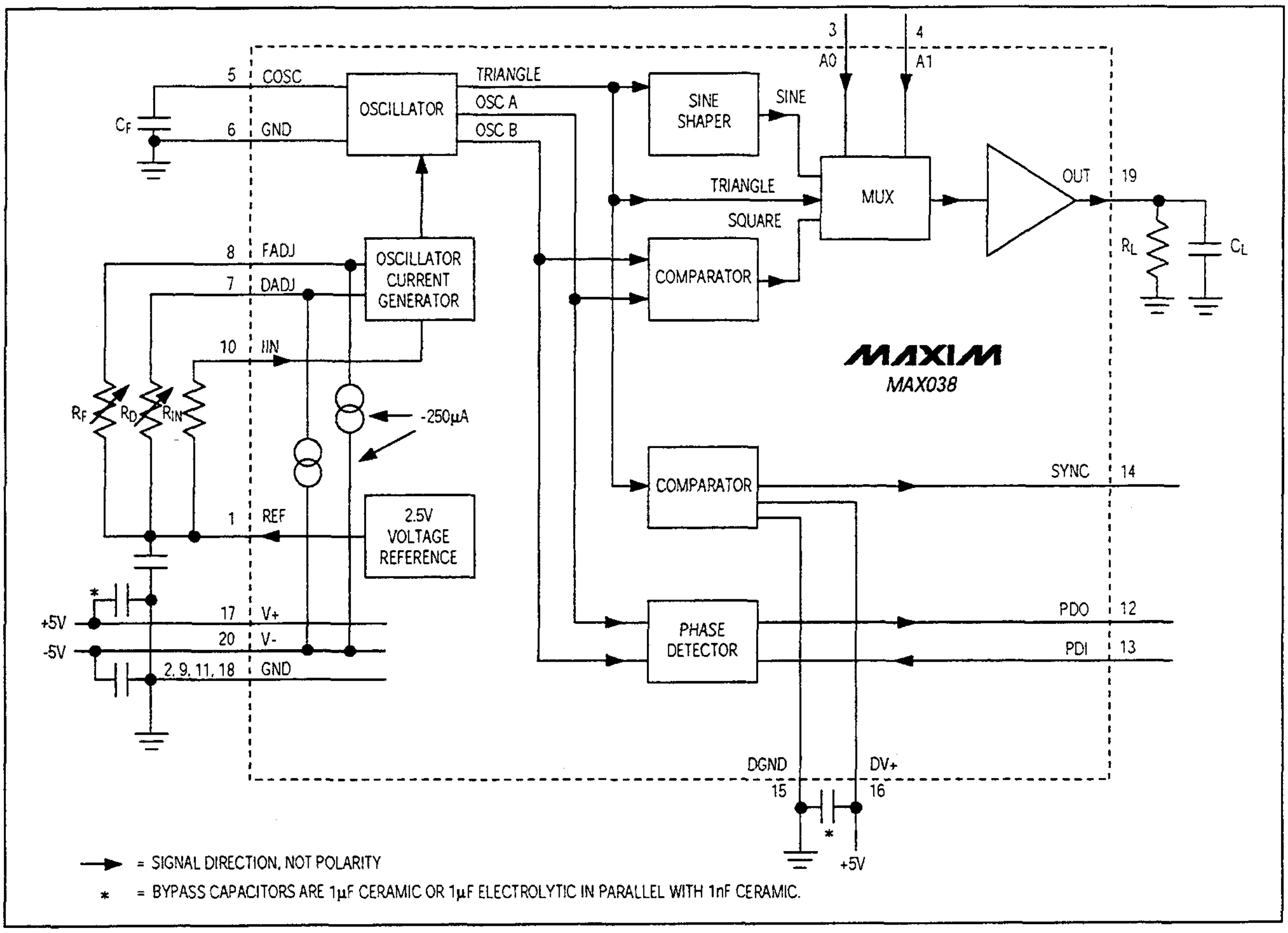
  - vorm bij 20 MHz: figuur 17/2.2-28
- **sinusvorm uitgang**
  - amplitude:
    1,9 V_{ttt} min.
    2,0 V_{ttt} typisch
    2,1 V_{ttt} max.
  - vervorming:
    1,50 % typisch niet afgeregeld
    0,75 % typisch afgeregeld
  - vorm bij 20 MHz: figuur 17/2.2-29
  - frequentiespectrum bij 11,5 MHz: figuur 17/2.2-30
- **sync uitgang**
  - amplitude:
    "L": 0,4 V max.
    "H": 2,8 V min.
  - stijgtijd: 10 ns typisch
  - daaltijd: 10 ns typisch
  - duty-cycle: 50 % typisch
- **duty-cycle adjustment (DADJ)**
  - ingangsstroom:
    190 μA min.
    250 μA typisch
    320 μA max.
  - spanningsbereik: +/-2,3 V typisch
  - bereik instelling: 15 % tot 85 %
  - niet-lineariteit: 4 % max.
  - invloed op frequentie:
    +/-2,5 % typisch
    +/-8 % max.
  - maximale modulatiefrequentie:
    2 MHz typisch
- **frequency adjustment (FADJ)**
  - ingangsstroom:
    190 μA min.
    250 μA typisch
    320 μA max.
  - spanningsbereik: +/-2,4 V typisch
  - bereik instelling: +/-70 % typisch
  - niet-lineariteit: +/-0,2 % typisch
  - invloed op duty-cycle:
    +/-2,0 % typisch
  - maximale modulatiefrequentie:
    2 MHz typisch
- **logische ingangen (A0, A1, PDI)**
  - "L": 0,8 V max.
  - "H": 2,4 V min.
  - stroom: 5 μA max.



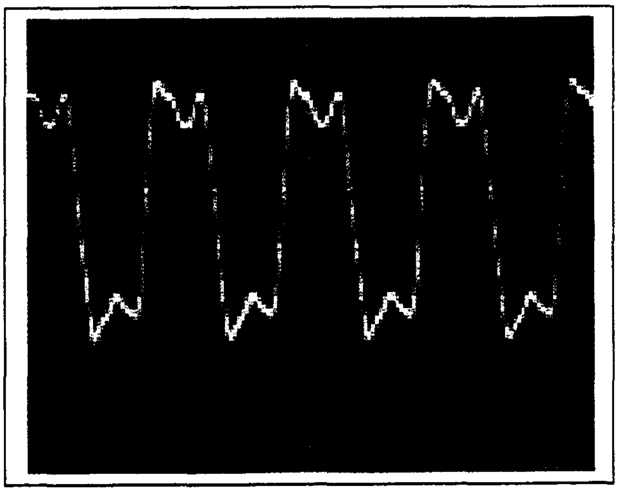
Figuur 17/2.2-25: Aansluitgegevens van de MAX038.

Functie van de pennen
- pen 1: REF
  uitgangspen van de interne 2,5 V band-gap referentie.
- pen 2: GND:
  een van de intern niet met elkaar verbonden massa-pennen.
- pen 3: A0
  eerste ingang voor het binair selecteren van de signaalvorm.
- pen 4: A1
  tweede ingang voor het binair selecteren van de signaalvorm.
- pen 5: COSC
  aansluiting van de externe condensator voor de frequentie-instelling.
- pen 6: GND
  een van de intern niet met elkaar verbonden massa-pennen.

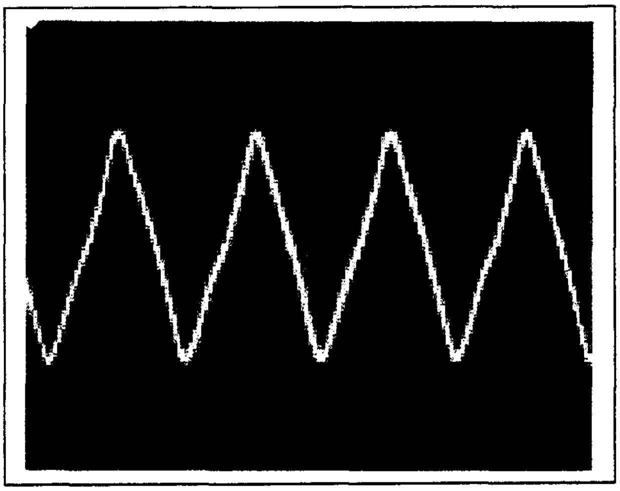
2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-26: Intern blokschema van de MAX038.

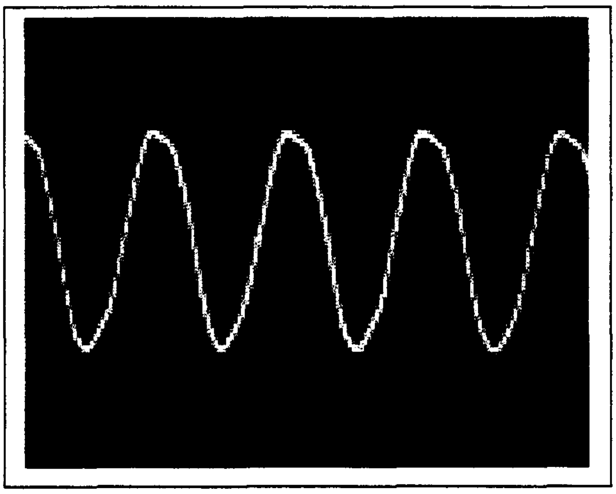


Figuur 17/2.2-27: De vierkantgolf-spanning bij 20 MHz.

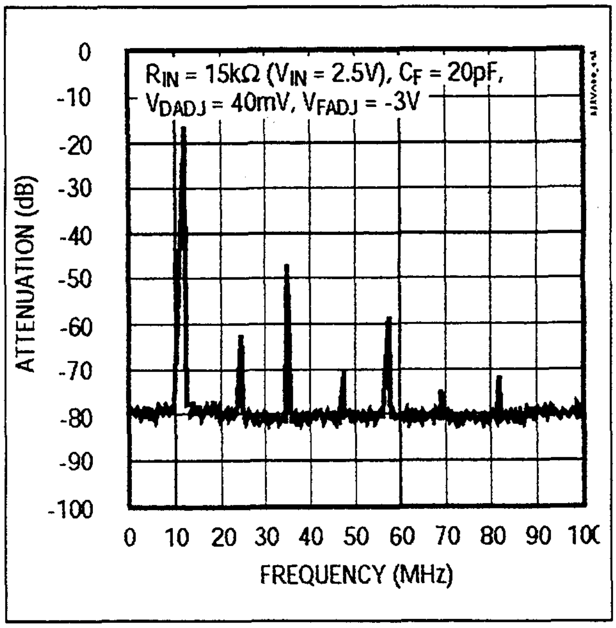


Figuur 17/2.2-28: De driehoek-spanning bij 20 MHz.

2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-29: De sinus-spanning bij 20 MHz, zonder externe afregeling op minimale vervorming.



Figuur 17/2.2-30: Het frequentiespectrum van de sinus-uitgang bij een frequentie van 11,5 MHz.

- pen 7: DADJ
  ingang voor het instellen van de duty-cycle.
- pen 8: FADJ
  ingang voor het instellen van de frequentie.
- pen 9: GND
  een van de intern niet met elkaar verbonden massa-pennen.
- pen 10: IIN
  stroom-ingang voor het instellen van de frequentie.
- pen 11: GND
  een van de intern niet met elkaar verbonden massa-pennen.
- pen 12: PDO
  uitgang van de fase-detector, moet aan de massa liggen als deze functie niet wordt gebruikt.
- pen 13: PDI
  ingang van de fase-detector, moet met de massa verbonden worden als deze functie niet wordt gebruikt.
- pen 14: SYNC
  TTL/CMOS-compatibele uitgang waarmee men de interne oscillator kan synchroniseren met een extern signaal, moet open blijven als deze functie niet wordt gebruikt.
- pen 15: DGND
  digitale massa.
- pen 16: DV+
  digitale +5 V voedingsaansluiting, alleen noodzakelijk als de SYNC-functie wordt gebruikt.
- pen 17: V+
  +5 V positieve voedingsaansluiting.
- pen 18: GND
  een van de intern niet met elkaar verbonden massa-pennen.
- pen 19: OUT
  uitgangspen van het functie-generator signaal.
- pen 20: V-
  -5 V negatieve voedingsaansluiting.

Werkingsbeschrijving

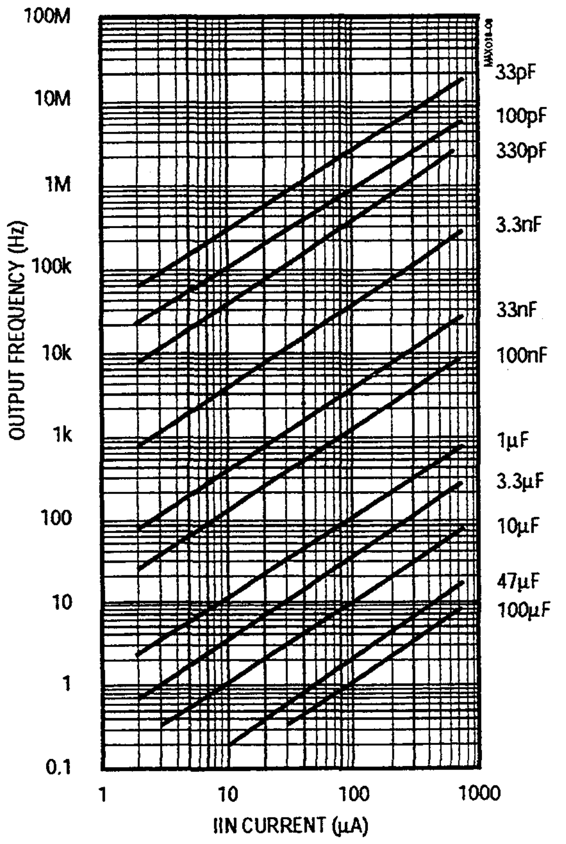
De interne oscillator is een relaxatie-type, waarvan de frequentie wordt bepaald door het op- en ontladen van een condensator door middel van twee constante stromen. Op deze manier ontstaan driehoek- en blokvormige signalen. De stroomsterkten van deze twee stromen worden gecontroleerd door de

stroom die in de pen IIN vloeit en worden gemoduleerd door de spanning die wordt aangesloten op de FADJ en DADJ pennen. Op deze manier kan men zowel de duty-cycle regelen als frequentiemodulatie toepassen. De stroom die in de IIN pen vloeit kan liggen tussen 2 µA en 750 µA. Men kan dus de frequentie over meer dan twee decaden variëren met een en dezelfde externe condensator. Door het aanleggen van een gelijkspanning tussen -2,4 V en +2,4 V op de FADJ pen kan de frequentie van het uitgangssignaal over +/-70 % gevarieerd worden. Deze instelling kan dienen als extra fijninstelling van de uitgangsfrequentie.
Door de aanwezigheid van een zeer stabiele interne referentie met een uitgangsspanning van 2,5 V kan men de bovengenoemde instellingen realiseren met behulp van vaste weerstanden of potentiometers tussen deze referentie in de pennen IIN, FADJ en DADJ.
Na de relaxatie-oscillator volgt een driehoek-naar-sinus omzetter met een zeer lage eigen vervorming.
Een binair gecontroleerde analoge multiplexer schakelt de driehoek, sinus of vierkant uitgangen door naar de bufferversterker. De schakelstand van deze multiplexer wordt gecontroleerd door de TTL-compatibele spanningen op de ingangen A0 en A1 en wel als volgt:

- sinus:
  A0 = "X", A1 = "H"
- vierkant:
  A0 = "L", A1 = "L"
- driehoek:
  A0 = "1", A1 = "0"

De breedbandige uitgangsversterker levert, onafhankelijk van de ingestelde signaalvorm, een signaal met een constante top-tot-top waarde van 2 V.
De driehoek-spanning gaat naar de comparator, die verantwoordelijk is voor het genereren van de SYNC-uitgang. Deze trap heeft een afzonderlijke voedingsaansluiting en kan worden uitgeschakeld. De hoofdoscillator wekt twee fasequadrature signalen op, die naar een EXOR fase-detector gaan.

De tweede ingang kan worden verbonden met een extern signaal via de PDI pen. De schakeling vergelijkt de fase van beide signalen en levert op de PDO pen een stroom, die rechtstreeks verbonden kan worden met de FADJ ingang om de interne frequentie te synchroniseren met de externe.



Figuur 17/2.2-31: Het verband tussen frequentie, externe condensator en de stroom die in IIN wordt gestuurd.

De uitgangsfrequentie

Het verband tussen de condensatorwaarde, de IIN-stroom en de gegenereerde frequentie volgt uit figuur 17/2.2-31. Maximale lineariteit en minimale vervorming wordt gegarandeerd als de besturende stroom tussen 10 µA en 400 µA blijft. Moet de schakeling werken met een vaste frequentie, dan wordt een stroom van 100 µA aanbevolen en kan

2.2 Type-beschrijving

men de frequentie instellen met een keuze van de externe condensator. De waarde van dit onderdeel ligt tussen 20 pF en 100 µF. Aanbevolen wordt de COSC pin te voorzien van een ground-plane. Het zal duidelijk zijn dat geen elektrolytische condensatoren gebruikt mogen worden, de spanning over het onderdeel verloopt immers bipolair.

De FADJ ingang

De uitgangsfrequentie kan worden gemoduleerd door op deze ingang een spanning tussen -2,4 V en +2,4 V aan te leggen. Het verband tussen de frequentie-afwijking D (in %) en de spanning op deze ingang wordt gegeven door:

$V_{FADJ} = -0{,}0343 * D$

Het verband tussen de uitgangsfrequentie en de spanning wordt gegeven door:

$f = f_0 * [1 - (0{,}2915 * V_{FADJ})]$

waarbij f_0 de frequentie is met stuurspanning van 0 V.

De ingang FADJ vraagt ongeveer 250 µA sink-stroom van de externe spanning. Een regelbare spanningsbron is natuurlijk zonder meer in staat deze stroom te leveren. Men kan deze stroom ook aanvoeren door middel van een regelbare weerstand uit een constante spanningsbron. De temperatuurscoëfficiënt van dit systeem is echter veel slechter dan de besturing vanuit een regelbare spanningsbron met minimale impedantie. De werking van FADJ kan worden uitgeschakeld door deze pen via een weerstand van 12 kΩ te verbinden met de massa. Een nadeel van dit systeem is, dat de gegenereerde frequentie verdubbelt, maar het voordeel is dat de temperatuurscoëfficiënt op de uitgangsfrequentie iets kleiner wordt.

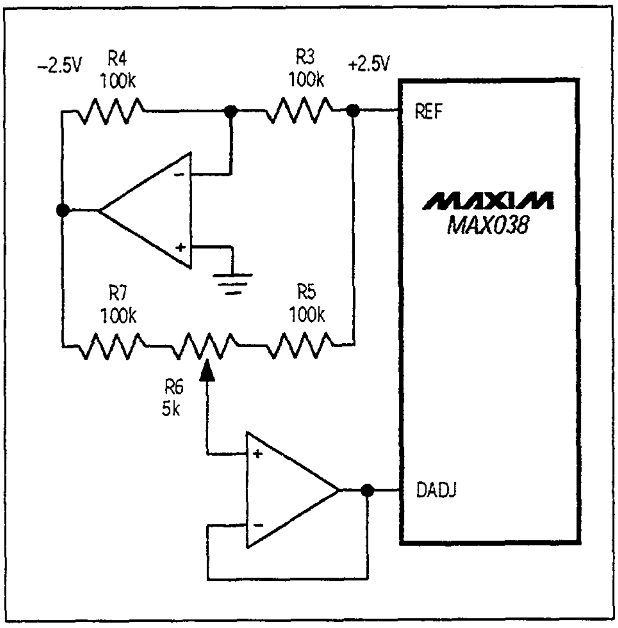
De uitgangsfrequentie sweepen

Men kan sweepen via IIN of via FADJ. De stroomsturing heeft het grootste bereik en wordt daarom aanbevolen.

Het voordeel is bovendien dat alleen een positieve stroom noodzakelijk is, terwijl bij sturing via FADJ een bipolaire spanning noodzakelijk is.

Minimaliseren van sinus-vervorming

De vervorming op de sinusoidale uitgangsspanning kan worden geminimaliseerd door de schakeling van figuur 17/2.2-32 toe te passen. De schakeling voert een zeer stabiele spanning van +/-100 mV toe aan de duty-cycle instelling DADJ, waardoor de tijdsymmetrie van de uitgangsspanning geoptimaliseerd kan worden. Hierdoor gaat de harmonische vervorming van het sinussignaal dalen.

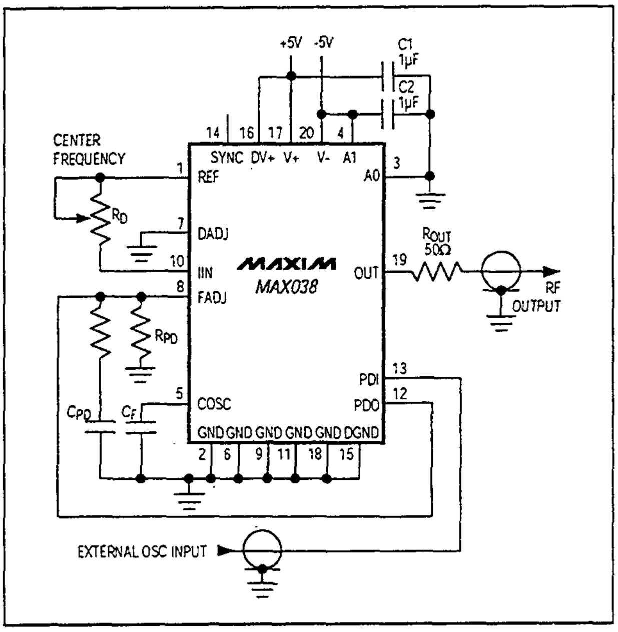


Figuur 17/2.2-32: Het minimaliseren van de vervorming van het sinus-signaal.

Gebruiken van PLL

De interne fase-detector maakt het mogelijk de MAX038 op te nemen in een PLL, zodat de uitgangsfrequentie star gekoppeld kan worden aan de frequentie van een extern signaal. Het basisschema is getekend in figuur 17/2.2-33. Als de PPL locked levert de PDO uitgang ongeveer 250 µA, die verdeeld wordt tussen de weerstand R_{PD} en de FADJ ingang. De waarde van de weerstand bepaald het capture-bereik van de PLL: hoe groter de weerstand, hoe kleiner de capture-range.

2.2 Type-beschrijving



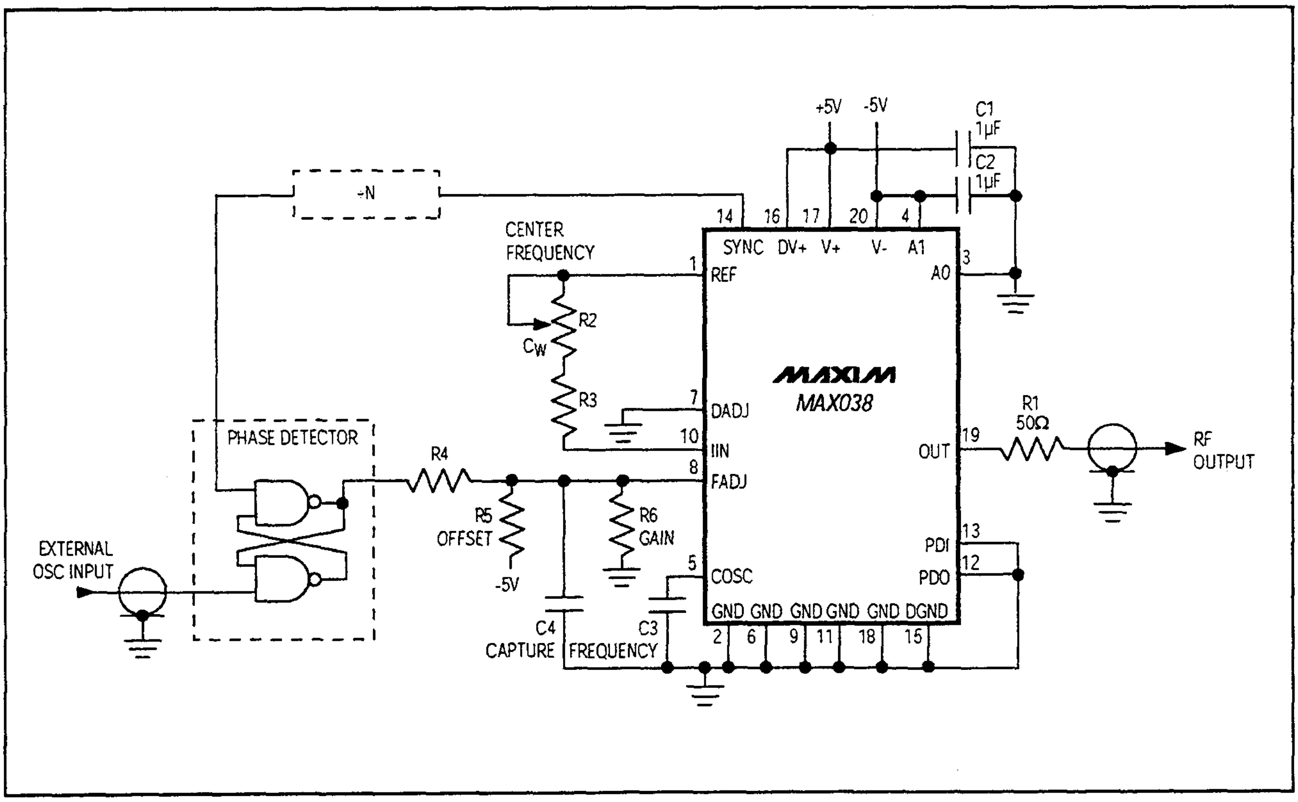
Figuur 17/2.2-33: De interne fase-detector gebruikt in een PLL-schakeling.

Natuurlijk kan men ook een externe fase-detector gebruiken. In figuur 17/2.2-34 is hiervan een voorbeeld gegeven. Een ingang van de fase-detector wordt dan gestuurd uit de SYNC-uitgang van de MAX038, al dan niet met tussenschakeling van frequentiedelers. De waarden van R4, R5 en R6 bepalen de sync-range, terwijl de waarde van C4 de capture-range definieert. Het nadeel van deze schakeling is dat zowel wordt gelocked op de fundamentele frequentie als op harmonischen. Wil men in ieder geval alleen op de fundamentele frequentie locken, dan moet het schema van figuur 17/2.2-35 worden toegepast.

Voorbeeld-schakelingen

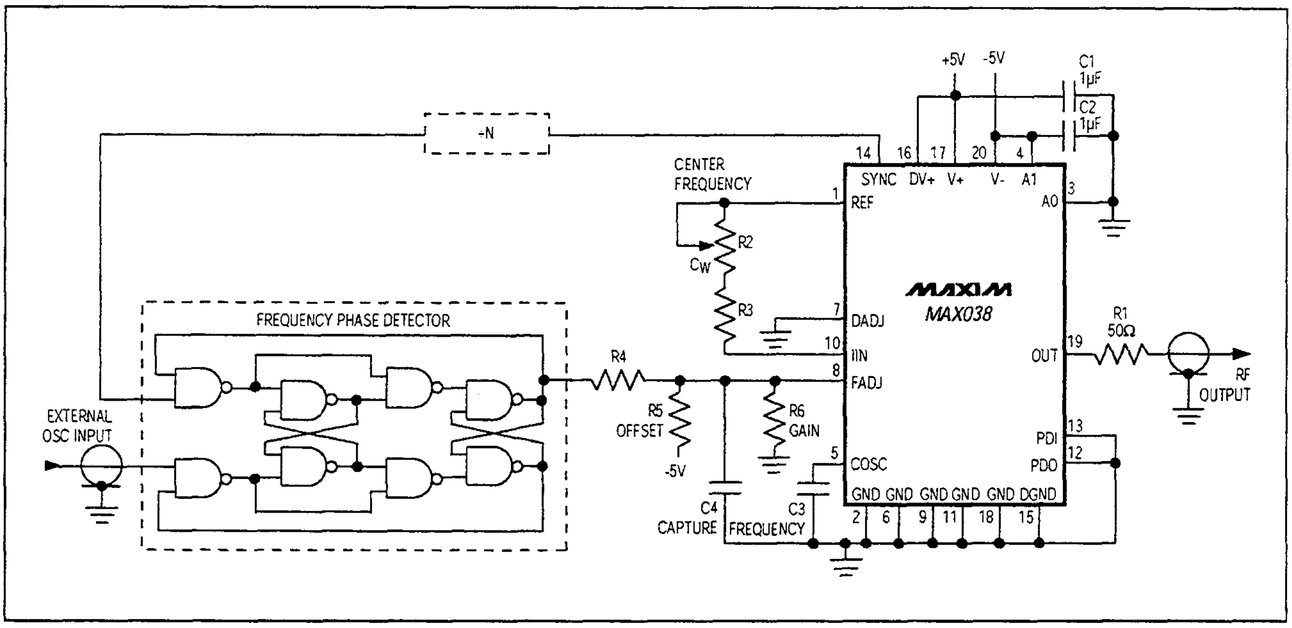
– figuur 17/2.2-36:

De MAX038 gebruikt als sinus-oscillator, waarbij de frequentie wordt bepaald door de waarde van de condensator C_F en de weerstand R_{IN}.



Figuur 17/2.2-34: Een eenvoudig voorbeeld van een PLL met een externe fase-detector, die echter ook op de harmonischen van het ingangssignaal kan locken.

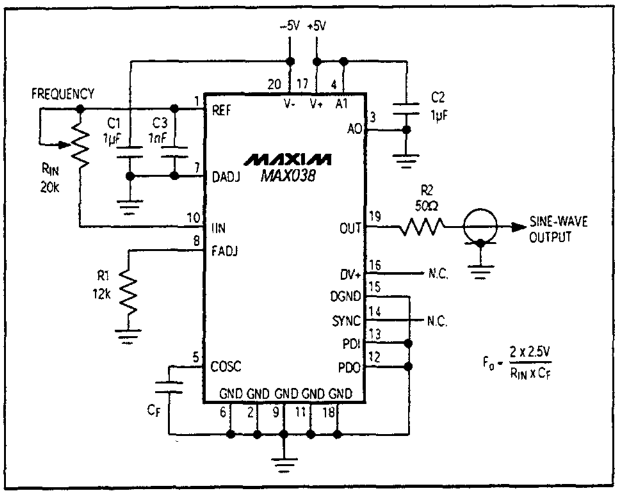
2.2 Type-beschrijving



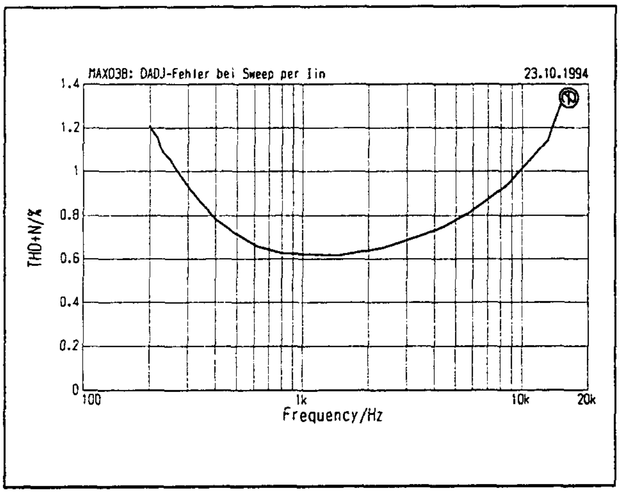
Figuur 17/2.2-35: In deze iets uitgebreidere schakeling van een PLL wordt alleen op de fundamentele van het extern signaal gelocked.

– figuur 17/2.2-37:
Schakeling van het door Maxim geleverde "evaluation board". De schakeling rond de MAX038 is volledig instelbaar door middel van jumpers. De MAX442 is toegevoegd om de uitgangsimpedantie van de MAX038 aan te passen aan de standaard 50 Ω BNC-kabel waarmee een oscilloscoop op een schakeling wordt aangesloten. Op een dergelijke proefschakeling werden wat metingen uitgevoerd, waaruit blijkt dat zelfs zonder afregeling op minimale vervorming de gemiddelde vervormingswaarde slechts 0,65 % bedraagt. De schakeling werd afgeregeld op minimale vervorming bij 1 kHz (0,6 %) en nadien gesweept tussen 200 Hz en 20 kHz. De vervormingspercentages zijn samengevat in de grafiek van figuur 17/2.2-38.
– figuur 17/2.2-39:
Schakeling van een digitaal programmeerbare frequentie-synthesizer met een frequentie-bereik van 8 kHz tot 16,383 MHz met een resolutie van 1 kHz. Hart van de schakeling is een kristalgestuurde frequentiegenerator van Motorola, de MC145151. Dit IC bevat frequentiedelers, die programmeerbaar zijn door de N-ingangen met de massa te verbinden. Het openen van een schakelaar verhoogt de uitgangsfrequentie met de bij de schakelaar vermelde waarde. De schakelaars gaan bovendien naar een 12 bit brede DAC (MX7541). De uitgangsspanning van deze DAC wordt omgezet in een stroom via de operationele versterker MAX412. De uitgangsstroom bestuurt de IIN pen van de MAX038 en legt daarmee de uitgangsfrequentie van de generator vast.
Natuurlijk moet deze frequentie gekoppeld worden aan de uitgangsfrequentie van de kristal-oscillator. De MC145151 bevat een fase-detector, waarvan de uitgang via een laagdoorlaat filter (MAX427) de FADJ ingang van de MAX038 stuurt.
Aan de uitgang is een dubbel LC laagdoorlaat filtertje opgenomen, om de hogere harmonischen te onderdrukken en de vorm van de hoogfrequente driehoeken en vierkanten te verbeteren.

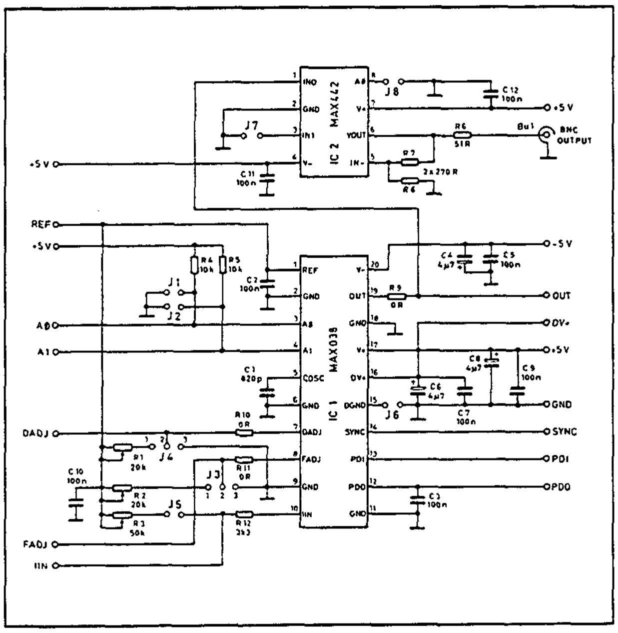
2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-36: De MAX038 gebruikt als sinus-oscillator.

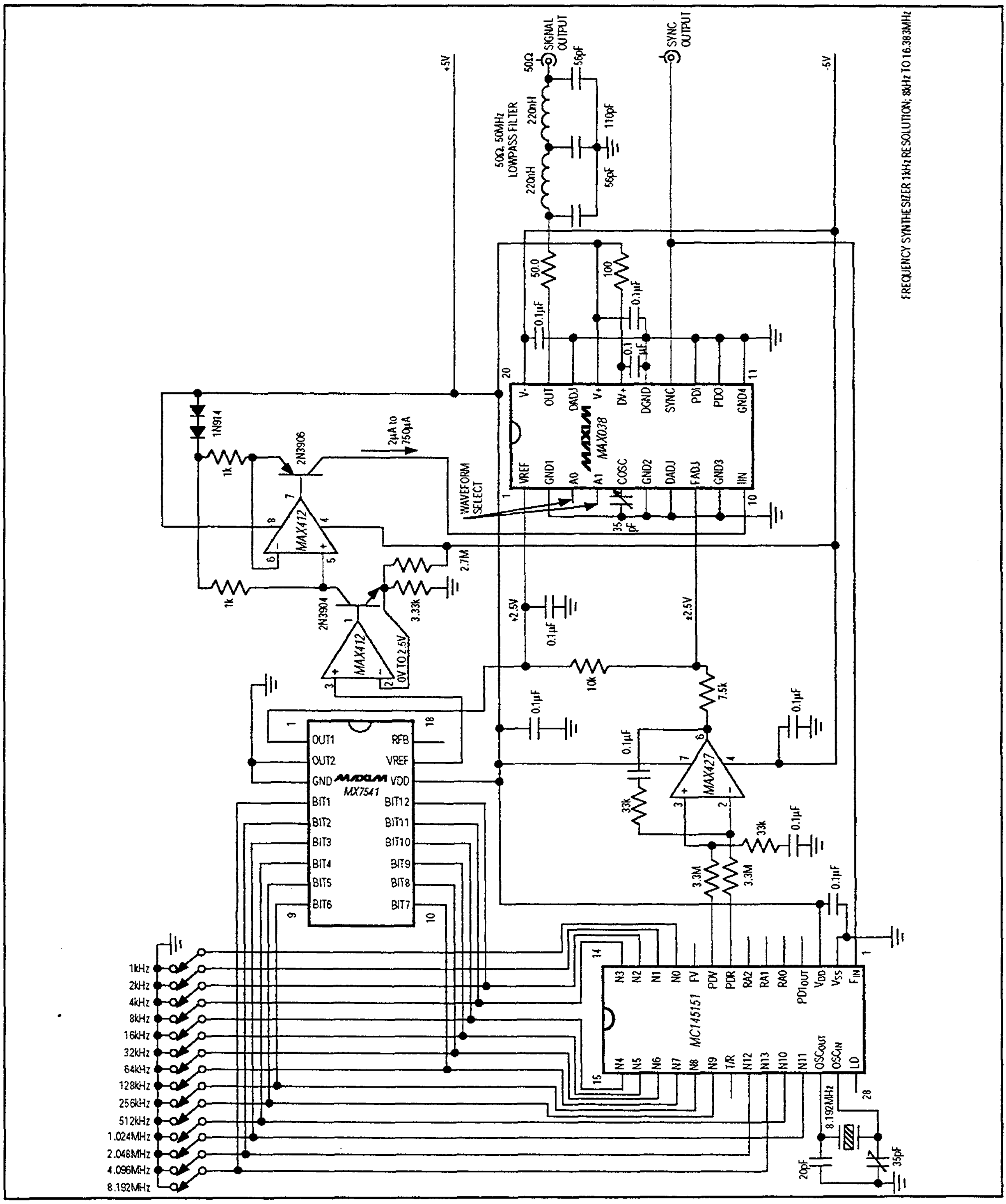


Figuur 17/2.2-38: Vervormings-analyse van de sinusoidale uitgangsspanning van het "evaluation board".



Figuur 17/2.2-37: Schema van het "evaluation board" dat door Maxim op de markt wordt gebracht.

2.2 Type-beschrijving



Figuur 17/2.2-39: Een digitaal gestuurde frequentie-synthesizer met een resolutie van 1 kHz en een bereik van 8 kHz tot 16,383 MHz.

2.2 Type-beschrijving

17/3

Kristal-oscillatoren en klok-oscillatoren

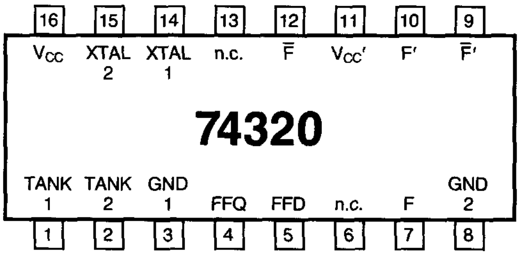
Inhoud

17/3.2

Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74320

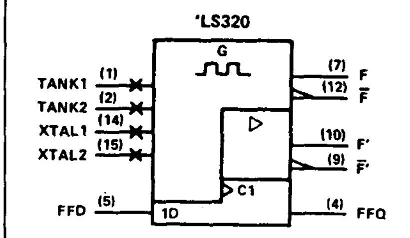
Kristal-gestuurde oscillator (met synchronisatie flip-flop) voor 1 MHz tot 20 MHz met aparte voeding van driver-gedeelte



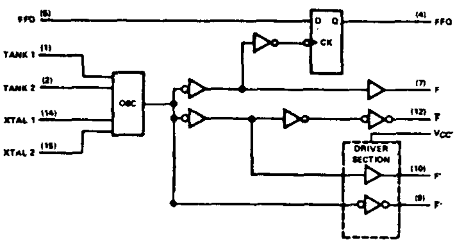
Figuur 17/3.2-320.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc					42					mA
Icc' [1]					4					mA
I_{OH} [2] I_{OL}					-24 24					mA
f_{out} min max					1 20					MHz

[1] stroom uit V_{CC}'
[2] high-current driver outputs F' en F̄'



logisch symbool



functioneel blokschema
(positieve logika)

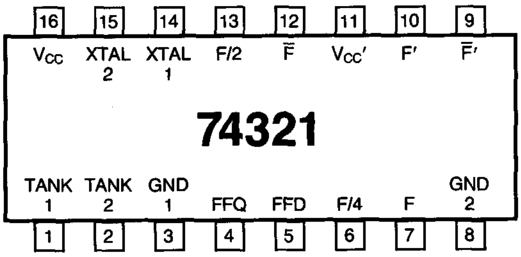
FREQUENCY LIMITS

OUTPUTS IN USE	V_{CC}	V_{CC}'	f_{max}
Driver outputs only	5 V	5 V	20 MHz
Other outputs only	5 V	Open	20 MHz
Driver and any other outputs	5 V	5 V	10 MHz

3.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74321

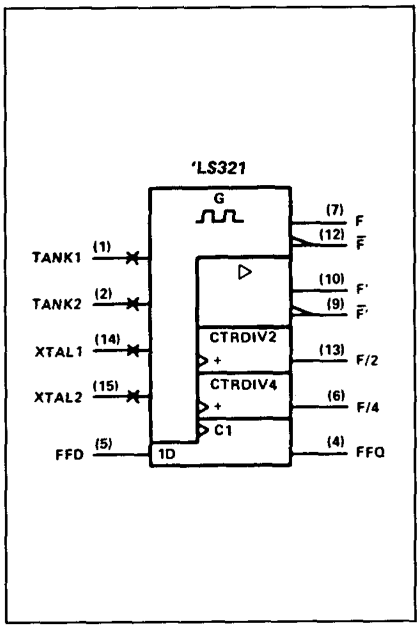
Kristal-gestuurde oscillator (met synchronisatie flip-flop) en f/2 en f/4 neertellers) met aparte voeding van driver-gedeelte



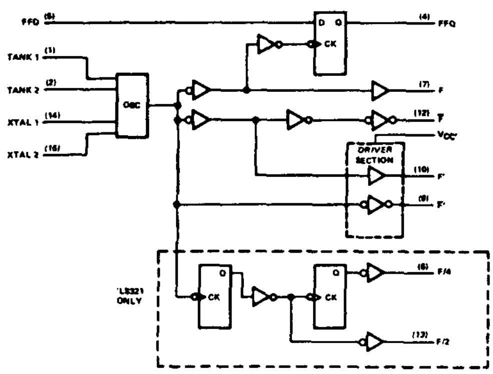
Figuur 17/3.2-321.

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc					47					mA
Icc' 1)					4					mA
I_{OH} 2) I_{OL}					-24 24					mA
I_{OH} 3) I_{OL}					-0.4 8					mA
f_{out} 4) min max					1 20					MHz
f_{out} 5) min max					0.5 10					MHz
f_{out} 6) min max					0.25 5					MHz

1) stroom uit V_{CC}'
2) F' of $\overline{F}'$
3) F, $\overline{F}$, F/2, F/4
4) F of $\overline{F}$
5) F/2
6) F/4



logisch symbool



functioneel blokschema
(positieve logika)

FREQUENCY LIMITS

OUTPUTS IN USE	V_{CC}	V_{CC}'	f_{max}
Driver outputs only	5 V	5 V	20 MHz
Other outputs only	5 V	Open	20 MHz
Driver and any other outputs	5 V	5 V	10 MHz

17/5

Monostabiele multivibratoren

Inhoud

17/5.1

Achtergrond-informatie

Definitie

Een monostabiele multivibrator is een schakeling die een uitgangspuls met instelbare tijdsduur afgeeft, onafhankelijk van het triggersignaal.

74121 als voorbeeld

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van het nog steeds veel gebruikte type 74121 uitgelegd hoe een monostabiele multivibrator (ook wel one-shot of MMV genoemd) werkt en waar hij voor gebruikt kan worden.

Werking

In figuur 17/5.1-1 is het blokschema van de 74121 te zien en in figuur 17/5.1-2 het hiermee overeenkomstige logische symbool volgens de IEC-norm. Tabel 17/5.1-1 is de bijbehorende waarheidstabel.

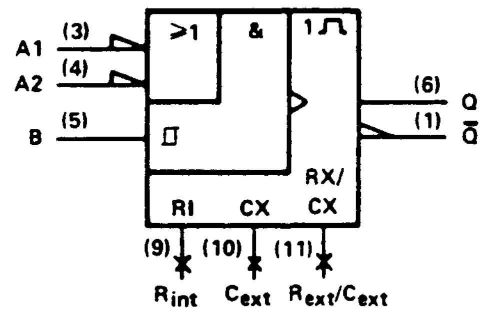
Zoals in de onderste vijf rijen van de waarheidstabel te zien is kan de one-shot worden getriggeerd door middel van twee negatief-aktieve ingangen A1 of A2 (met ingang B = HOOG) **of** door een positief-aktieve ingang B (met A1 en/of A2 = LAAG).

FUNCTION TABLE

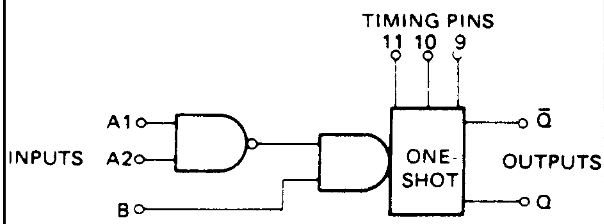
INPUTS			OUTPUTS	
A1	A2	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⊓	⊔
↓	H	H	⊓	⊔
↓	↓	H	⊓	⊔
L	X	↑	⊓	⊔
X	L	↑	⊓	⊔

Tabel 17/5.1-1 Waarheidstabel voor de 74121.

Het triggeren (starten van de uitgangspuls) gebeurt op een bepaald spanningsniveau aan de ingang en is niet direkt afhankelijk van de stijg- of daaltijd van de ingangspuls. De B-ingang is uitgevoerd als echte Schmitt-trigger (met hysteresis), waardoor ook langzame niveau-veranderingen (tot 1 V/s) een exakte triggering opleveren. De ingangspulsen mogen elke lengte ten opzichte van de uitgangspuls hebben.



Figuur 17/5.1-2: IEC-symbool van de 74121.



Figuur 17/5.1-1: Blokschema (positieve logika) van de monostabiele multivibrator 74121.

5.1 Achtergrond-informatie

Zolang de impuls aan de uitgang aanwezig is, hebben veranderingen aan de ingangen geen enkele invloed meer en is de tijdsduur van de uitgangspuls alleen afhankelijk van de tijdbepalende komponenten.

Wanneer geen externe timing-komponenten worden aangesloten (R_{int} aan Vcc met C_{ext} en R_{ext}/C_{ext} open) duurt de uitgangspuls 30 of 35 ns.
De externe condensator mag variëren van 10 pF tot 1000 μF en de externe weerstand van 1,4 kΩ tot 40 kΩ.

De tijdsduur van de uitgangspuls wordt bepaald door:

$$t_{w(out)} = C_{ext} \cdot R_T \cdot \ln 2 = 0{,}7 \cdot C_{ext} \cdot R_T$$

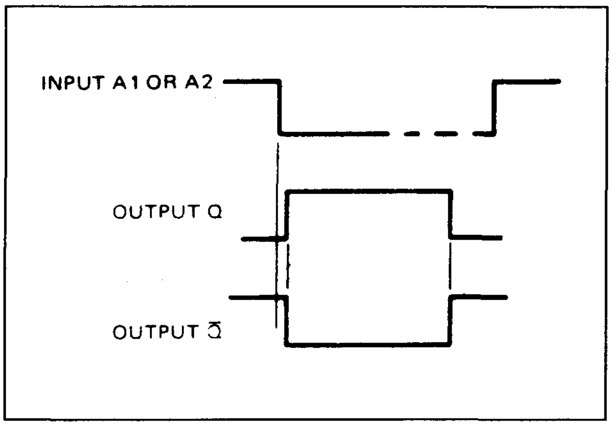
In de figuren 17/5.1-3a en 17/5.1-3b zijn voorbeelden van de optredende golfvormen te zien.

Opmerking
Bij een **hertriggerbare** MMV kan de uitgangspuls wel opnieuw worden gestart terwijl deze nog niet afgelopen is. De pulsduur wordt zodoende verlengd.

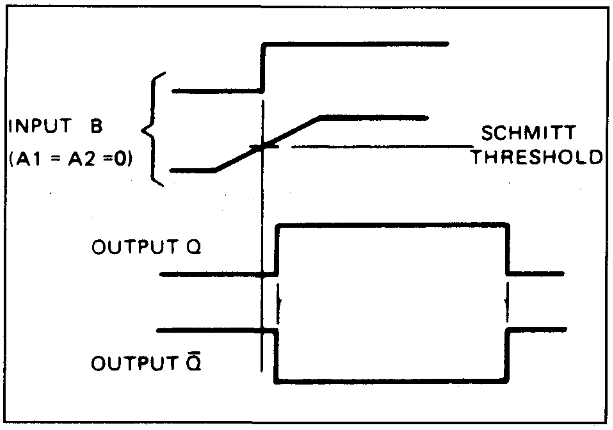
Toepassingen

One-shot met vertraagde ingang
De B-ingang is door zijn positieve flankgetriggeerde Schmitt-trigger eigenschap ideaal geschikt om het ingangssignaal vertraagd te ontvangen via een RC-netwerk (zie figuren 17/5.1-4a en 17/5.1-4b).
Als de ingang verandert van LAAG naar HOOG, wordt de condensator C in de richting van logisch 1 opgeladen. Na een tijd t_d heeft de spanning over de condensator het Schmitt trigger-niveau bereikt, waardoor de monostabiele multivibrator 'ontsteekt' en de uitgang een impuls afgeeft.
Om te voorkomen dat de one-shot een puls afgeeft bij een LAAG ingangssignaal, mag de waarde van R niet te groot zijn.

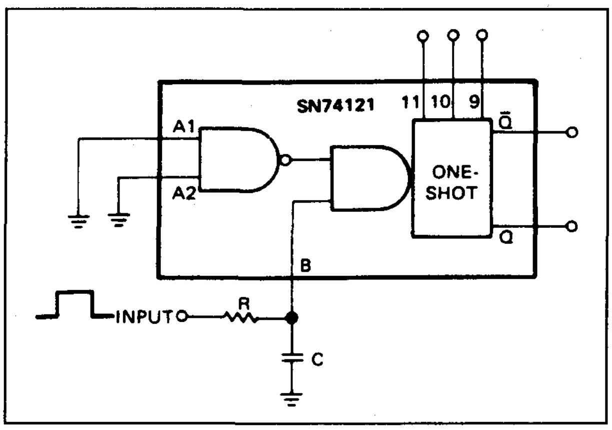
Aan de hand van de figuren 17/5.1-5a en



Figuur 17/5.1-3a: Golfvormen bij triggeren op een A-ingang.

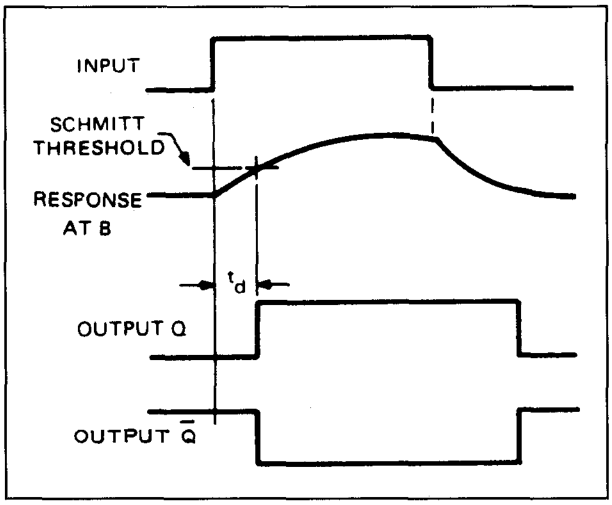


Figuur 17/5.1-3b: Golfvormen bij (eventueel vertraagd) triggeren op de B-ingang.

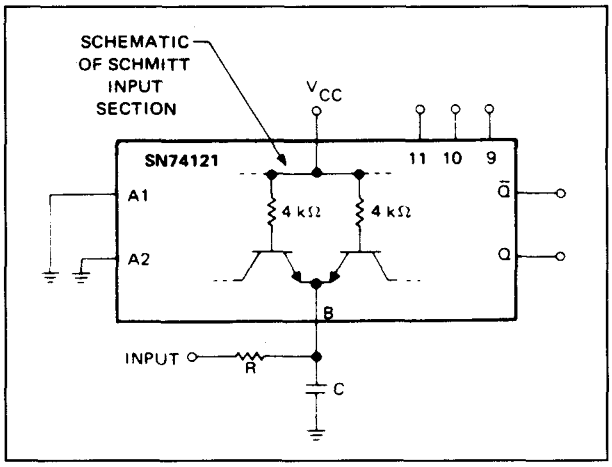


Figuur 17/5.1-4a: Vertraagde triggering door middel van een eenvoudig RC-netwerk aan de B-ingang.

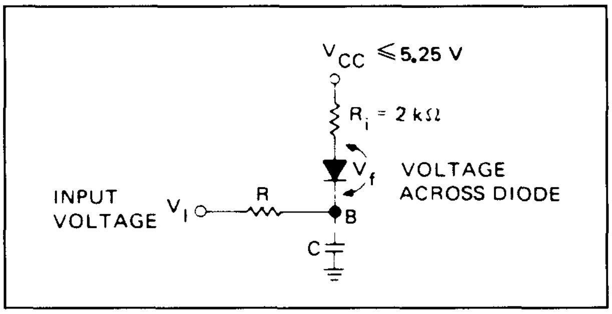
5.1 Achtergrondinformatie



Figuur 17/5.1-4b: De bijbehorende golfvormen.



Figuur 17/5.1-5a: Opengewerkte B-ingang van de MMV 74121 ten behoeve van het berekenen van de maximale externe weerstand R.



Figuur 17/5.1-5b: Vereenvoudigde voorstelling van figuur 5a.

17/5.2-5b de maximale waarde van R uitgerekend.
De spanning V_B op punt B mag, om herkend te worden als logische 0, niet hoger zijn dan 0,8 V. Bovendien is:

$$V_B = ((Vcc - V_F) \cdot R + V \cdot V_i R_i)/(R + R_i)$$

Uitgewerkt geeft dit 427 Ω als maximaal toelaatbare waarde van R.
De maximale waarde van C wordt bepaald door de 'duty-cycle' (aan/uit-verhouding) van de golfvorm aan de ingang en de waarde van R. C moet immers zijn ontladen voordat de volgende cyclus kan beginnen.

De vertragingstijd t_d is recht evenredig met de waarde van condensator C en (R + r). Hierin is r de uitgangsimpedantie van de sturende trap in de HOOG-toestand (meestal zo'n 130 Ω). Er bestaat geen eenvoudig verband tussen R en de vertragingstijd vanwege de Schmitt ingangstroom die door R vloeit. In tabel 17/5.1-2 zijn enkele voorbeelden van vertragingstijden met R = 100 Ω en variërende C te zien.

Stabiele oscillator

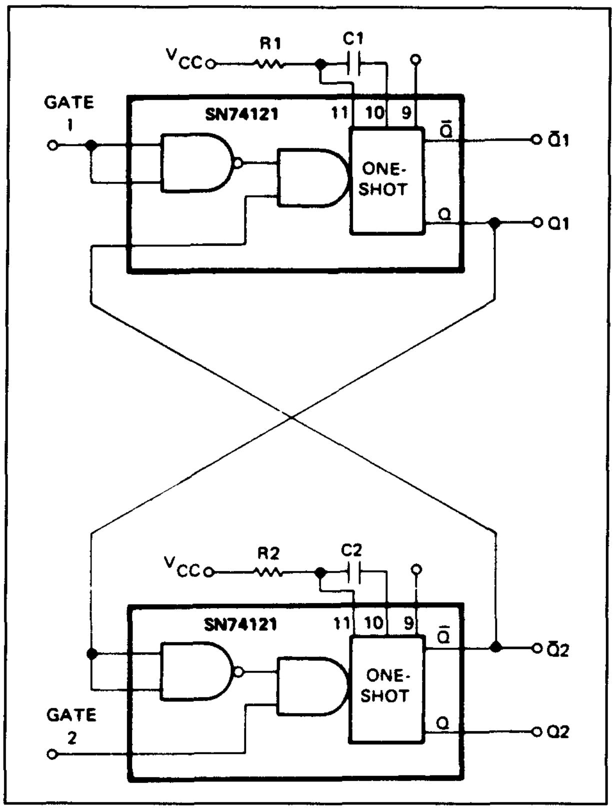
Met behulp van twee MMV's (figuur 17/5.1-6) kan een 'clock-generator' worden samengesteld die de golfvormen van figuur 17/5.1-7 opwekt. Deze oscillator kan op twee manieren tot werken worden gedwongen, door Gate 1 LAAG te maken of Gate 2

gemeten vertragingstijden bij verschillende condensator-waarden

t_d (µs)	C(nF)
1.36	10
2.50	20
4.90	40
12.46	112

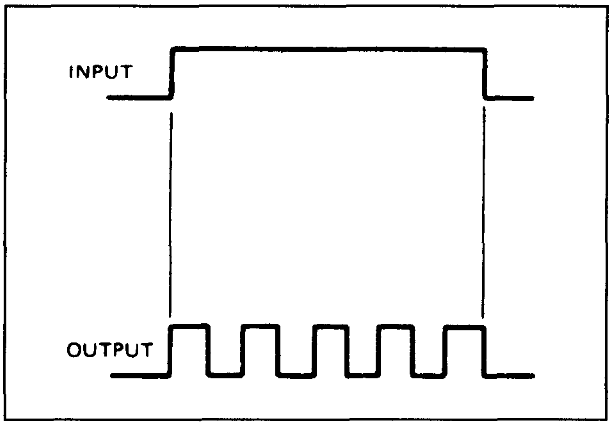
Tabel 17/5.1-2: Vertragingstijden, geldend voor figuur 17/5.1-4a.

5.1 Achtergrond-informatie

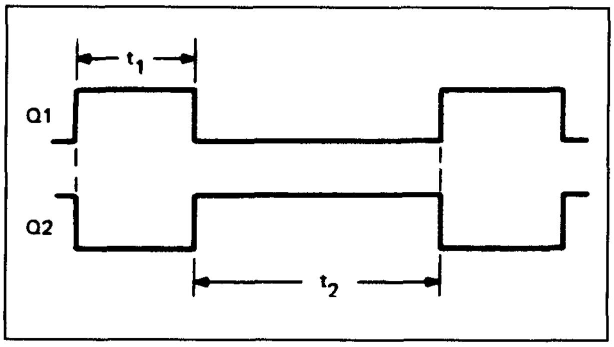


Figuur 17/5.1-6: Eenvoudige blokgolf-oscillator, samengesteld uit twee MMV's.

2 HOOG. In figuur 17/5.1-8 zijn de uitgangssignalen van de schakeling te zien. De tijden t_1 en t_2 worden bepaald door de tijdconstanten R_1C_1, respectievelijk R_2C_2.



Figuur 17/5.1-7: De oscillator werkt alleen zolang het ingangssignaal (op Gate 2) aanwezig is.



Figuur 17/5.1-8: Bijbehorende uitgangspulsen op Q1 en Q2.

Deze schakeling kan bijvoorbeeld praktisch worden toegepast als (goedkope/zelfbouw) pulsgenerator met variabele frequentie. Moet de uitgangspuls hiervan dan ook variabel zijn (zonder de frequentie te beïnvloeden), dan dient nog een extra MMV aan een van de uitgangen te worden geplaatst.

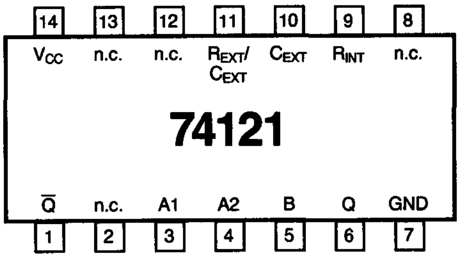
17/5.2

Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74121

monostabiele multivibrator (one shot)

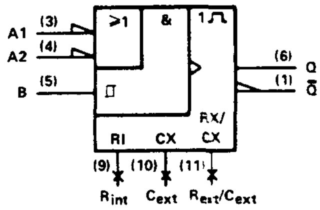
(uitgangspunten instelbaar van 40 ns tot 28 s)



Figuur 17/5.2-121

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc	13 23									mA
Ios	−18 −55									mA
Tplh[1)]	45									ns
Tplh[2)]	35									ns
$T_{W(out)}$[3)]	70 150									ns
$T_{W(out)}$[4)]	30									ns
$T_{W(out)}$[5)]	600 800									ns
$T_{W(out)}$[6)]	6 8									ms
R_{EXT}	1,4 4,0									kΩ
C_{EXT}	0 1000									μF

1) A1 of A2 → Q
2) B → Q
3) R_{int} aan V_{cc}, C_{ext} = 80 pF
4) R_{int} aan V_{cc}, C_{ext} = 0
5) RT = 10 kΩ, C_{ext} 100 pF
6) RT = 10 kΩ, C_{ext} 1 μF



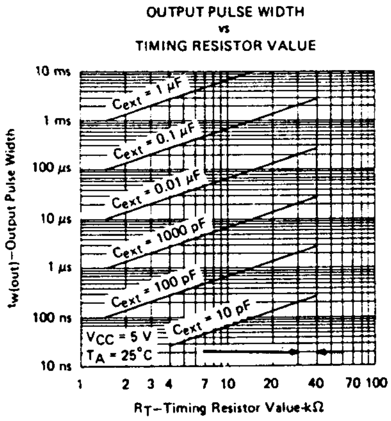
logisch symbool

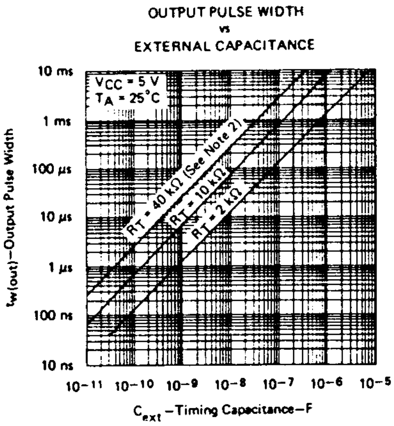
FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
A1	A2	B	Q	Q̄
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⊓	⊔
↓	H	H	⊓	⊔
↓	↓	H	⊓	⊔
L	X	↑	⊓	⊔
X	L	↑	⊓	⊔

waarheidstabel

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC





timing-voorbeelden

pulsbreedte $t_{W(out)} = C_{EXT}R_TLn2 \approx 0{,}7\ C_{EXT}R_T$

Opmerkingen:

1. Tussen C_{EXT} (positief en R_{EXT} kan een externe condensator worden aangesloten.
2. Om de interne timing-weerstand te gebruiken moet R_{INT} aan V_{CC} worden gelegd.

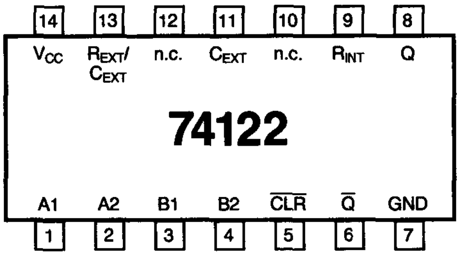
Een externe timing-weerstand (tussen R_{EXT}/C_{EXT} en V_{CC} met R_{INT} = open) levert nauwkeuriger timing op.

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74122

hertriggerbare monostabiele multivibrator (one shot) met clear

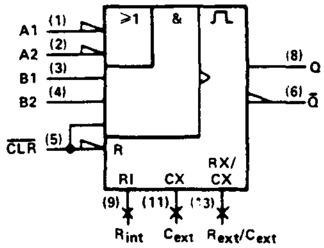
Figuur 17/5.2-122



LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc	23				6					mA
Ios	−10 −40				−20 −100					mA
Tplh[1)]	22 19				23 23					ns
Tphl[2)]	30 27				32 34					ns
Tphl[3)]	18				20					ns
Tplh[4)]	30				28					ns
$W_{Q(min)}$[5)]	45				116					ns
T_{WQ}[6)]	3.4				4.5					µs
R_{EXT}	5 50				5 260					kΩ
C_{EXT}	X				X					

1) A/B → Q
2) A/B → Q̄
3) Clear → Q
4) Clear → Q̄
5) A of B → Q
6) A of B → Q (C_{EXT} = 1000 pF, R_{EXT} = 10 kΩ)

X = onbeperkt
R_{INT} = 10 kΩ

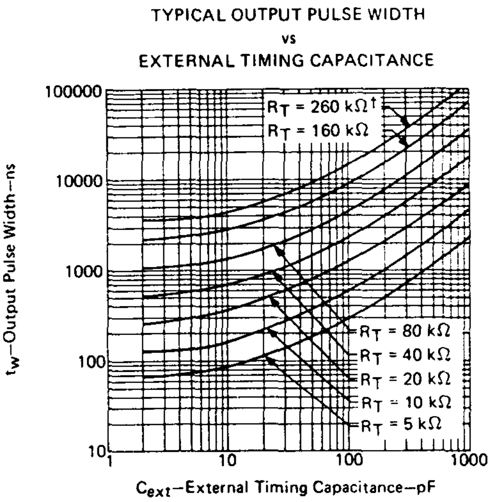


logisch symbool

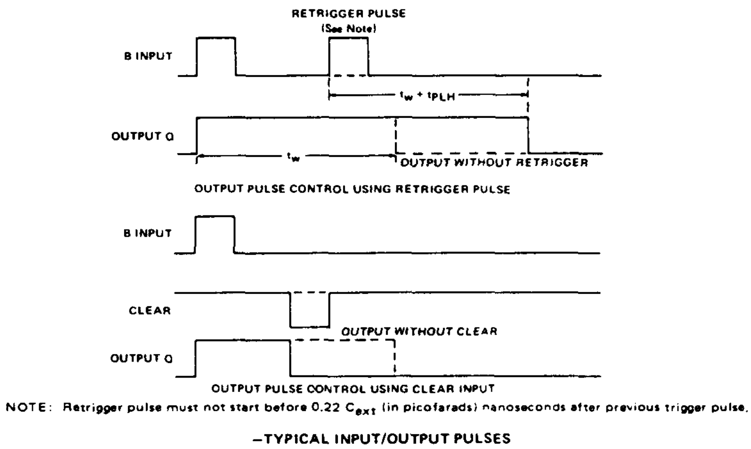
FUNCTION TABLE

INPUTS					OUTPUTS	
CLEAR	A1	A2	B1	B2	Q	Q̄
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L	H
X	X	X	L	X	L	H
X	X	X	X	L	L	H
H	L	X	↑	H	⎍	⎍̄
H	L	X	H	↑	⎍	⎍̄
H	X	L	↑	H	⎍	⎍̄
H	X	L	H	↑	⎍	⎍̄
H	H	↓	H	H	⎍	⎍̄
H	↓	↓	H	H	⎍	⎍̄
H	↓	H	H	H	⎍	⎍̄
↑	L	X	H	H	⎍	⎍̄
↑	X	L	H	H	⎍	⎍̄

waarheidstabel

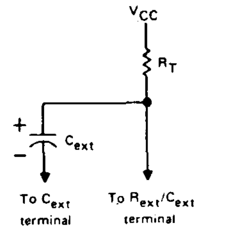


timing 74LS122

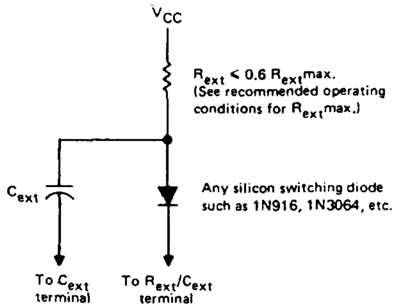


hertriggeren en clearen van de uitgangspuls

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC



TIMING COMPONENT CONNECTIONS



TIMING COMPONENT CONNECTIONS WHEN $C_{ext} > 1000$ pF AND CLEAR IS USED

pulsbreedte 122:

$$t_W = 0{,}32 \cdot R_T \cdot C_{EXT} \left(1 + \frac{0{,}7}{R_T}\right)$$

$(C_{EXT} > 1000 \text{ pF})$

Bij gebruik van diode:

$$t_W = 0{,}28 \cdot R_T \cdot C_{EXT} \left(1 + \frac{0{,}7}{R_T}\right)$$

pulsbreedte LS122:

$$t_W = 0{,}45\ R_T C_{EXT}$$

De breedte (tijdsduur) van de uitgangspuls kan op drie manieren worden geregeld:

1. Door een externe weerstand en condensator.
2. Door een externe condensator en de inwendige timing-weerstand (10 kg Ω).
3. Door, na triggering, telkens te hertriggeren op de aktief LAGE (A) of aktief HOGE (B) ingangen of de puls voortijdig af te breken door de 'overriding' clear.

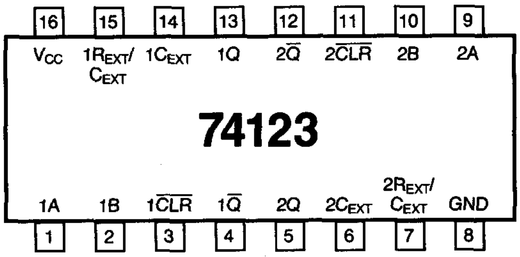
Opmerkingen

1. Tussen C_{EXT} en R_{EXT}/C_{EXT} (positief) kan een externe condensator worden aangesloten.
2. Om de interne timing-weerstand te gebruiken met R_{INT} aan V_{cc} worden gelgd. Een extra timing-weerstand (tussen R_{EXT}/C_{ext} en V_{cc} met R_{INT} = open) levert nauwkeuriger timing op.

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74123

dubbele hertriggerbare monostabiele multivibrator (one shot) met pos. en neg. ingangen en direkte clear

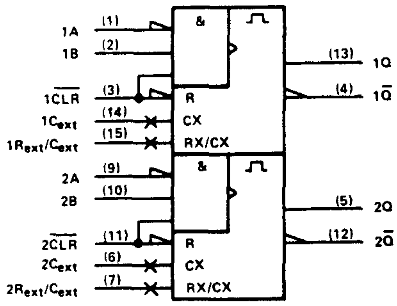


Figuur 17/5.2-123

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Een-heid
Icc	46				12				80[7]	mA
Ios	−10 −40				−20 −100				4	mA
Tplh[1]	22 19				23 23				26	ns
Tphl[2]	30 27				32 34				29	ns
Tphl[3]	18				20				23	ns
Tplh[4]	30				28				25	ns
$T_{WQ(min)}$[5]	45				116				17	ns
T_{WQ}[6]	3.4				4.5				1	µs
R_{EXT}	5 50				5 260				–	kΩ
C_{EXT}	X				X				–	

1) A, B̄ → Q
2) A, B̄ → Q̄
3) Clear → Q
4) Clear → Q̄
5) A of B → Q
6) A of B → Q (C_{EXT} = 1000 pF, R_{EXT} = 10 kΩ)
7) µA
8) 75HC123A

X = onbeperkt
– = niet bekend



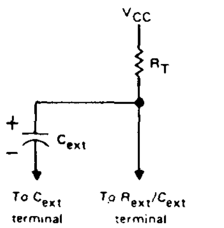
logisch symbool

FUNCTION TABLE

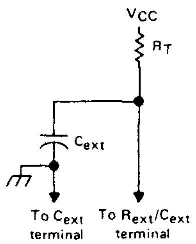
INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	Q̄
L	X	X	L	H
X	H	X	L†	H†
X	X	L	L†	H†
H	L	↑	⎍	⎍̄
H	↓	H	⎍	⎍̄
↑	L	H	⎍	⎍̄

†The second and third lines each indicate the logic levels the outputs will take on after the completion of any pulse already started.

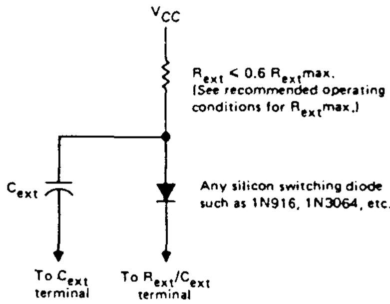
waarheidstabel



TIMING COMPONENT CONNECTIONS



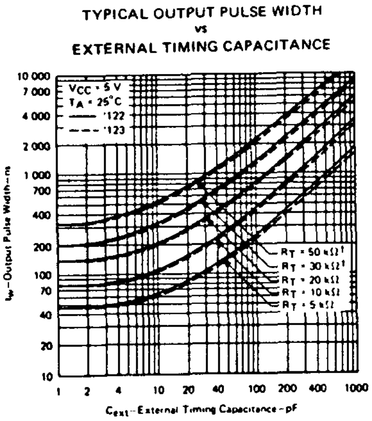
TIMING COMPONENT CONNECTIONS



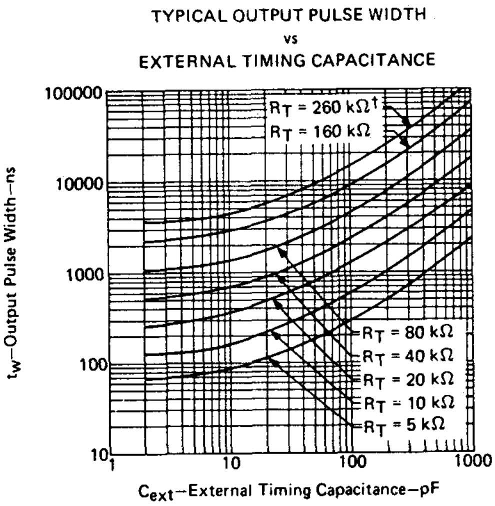
TIMING COMPONENT CONNECTIONS WHEN C_{ext} > 1000 pF AND CLEAR IS USED

aanbevolen timing-aansluitingen

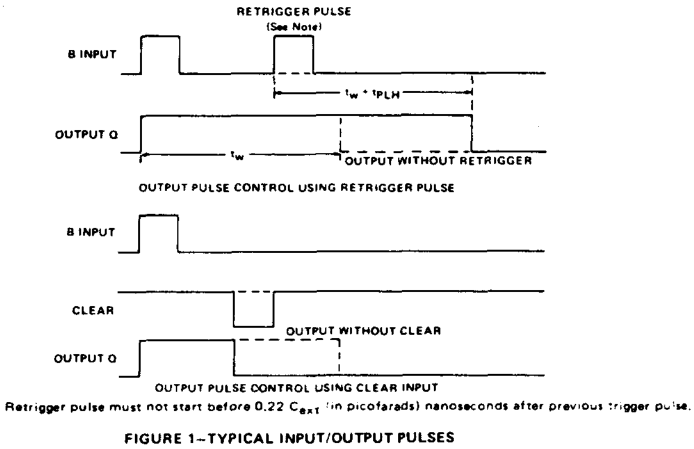
5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC



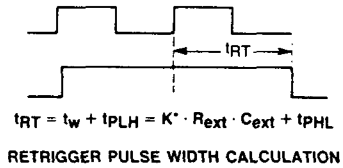
timing 74123

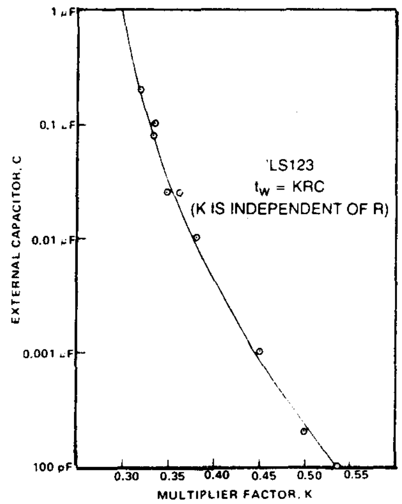


timing 74LS123



hertriggeren, resp. clearen





pulsbreedte 122:

$$t_W = 0{,}28 \cdot R_T \cdot C_{EXT}\left(1 + \frac{0{,}7}{R_T}\right)$$

($C_{EXT} > 1000$ pF)

bij gebruik van diode (voor elektrolytische condensatoren en/of clear):

$$t_W = 0{,}25 \cdot R_T \cdot C_{EXT}\left(1 + \frac{0{,}7}{R_T}\right)$$

R_T in kΩ
C_{EXT} in pF
t_W in ns

pulsbreedte 74LS123:

$t_W = K^* R_T \cdot C_{EXT}$

* zie grafiek

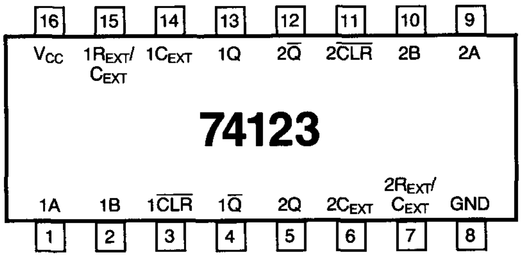
Opmerkingen

1. Tussen C_{EXT} en R_{EXT}/C_{EXT} (positief) kan een externe timing-condensator worden aangesloten.
2. Tussen R_{EXT}/C_{EXT} en V_{CC} kan een externe timing-weerstand worden geplaatst (de 74123 heeft GEEN interne weerstand).

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74221

dubbele monostabiele multivibrator (one shot) met Schmitt-trigger ingangen

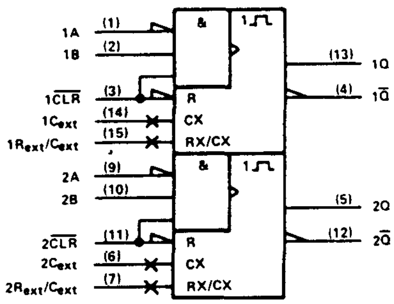


Figuur 17/5.2-221

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Een-heid
Icc	26 46				4.7 19				80[7]	mA
Ios	−18 −55				−20 −100				4	mA
Tplh[1]	45 35				45 35				26	ns
Tphl[2]	50 40				50 40				29	ns
Tphl[3]	27				35				23	ns
Tplh[4]	40				44				25	ns
$T_{W(out)}$[5]	20 50				20 70				400	ns
$T_{W(out)}$[6]	7				6.7				7	ms
R_{EXT}	1.4 40				1.4 100				–	kΩ
C_{EXT}	0 1000				0 1000				–	µF

1) A/B → Q
2) A/B → Q̄
3) Clear → Q
4) Clear → Q̄
5) A of B → Q of Q̄ (C_{EXT} = 0, R_{EXT} = 2 kl)
6) idem (C_{EXT} = 1 µF, R_{EXT} = 10 kl)
7) uA

logic symbol



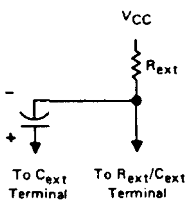
logisch symbool

FUNCTION TABLE
(EACH MONOSTABLE)

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	Q̄
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	⎍	⎏
H	↓	H	⎍	⎏
↑	L	H	⎍	⎏

Also see description and switching characteristics

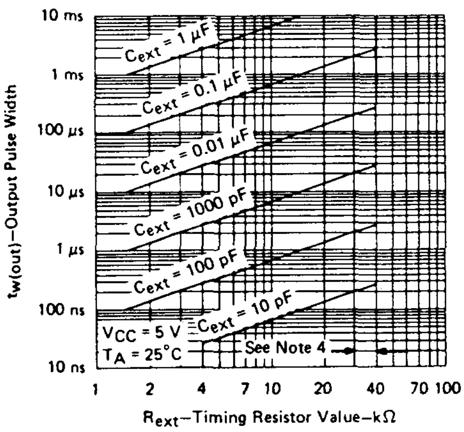
waarheidstabel



TIMING COMPONENT CONNECTIONS

aansluiting van de timing-componenten

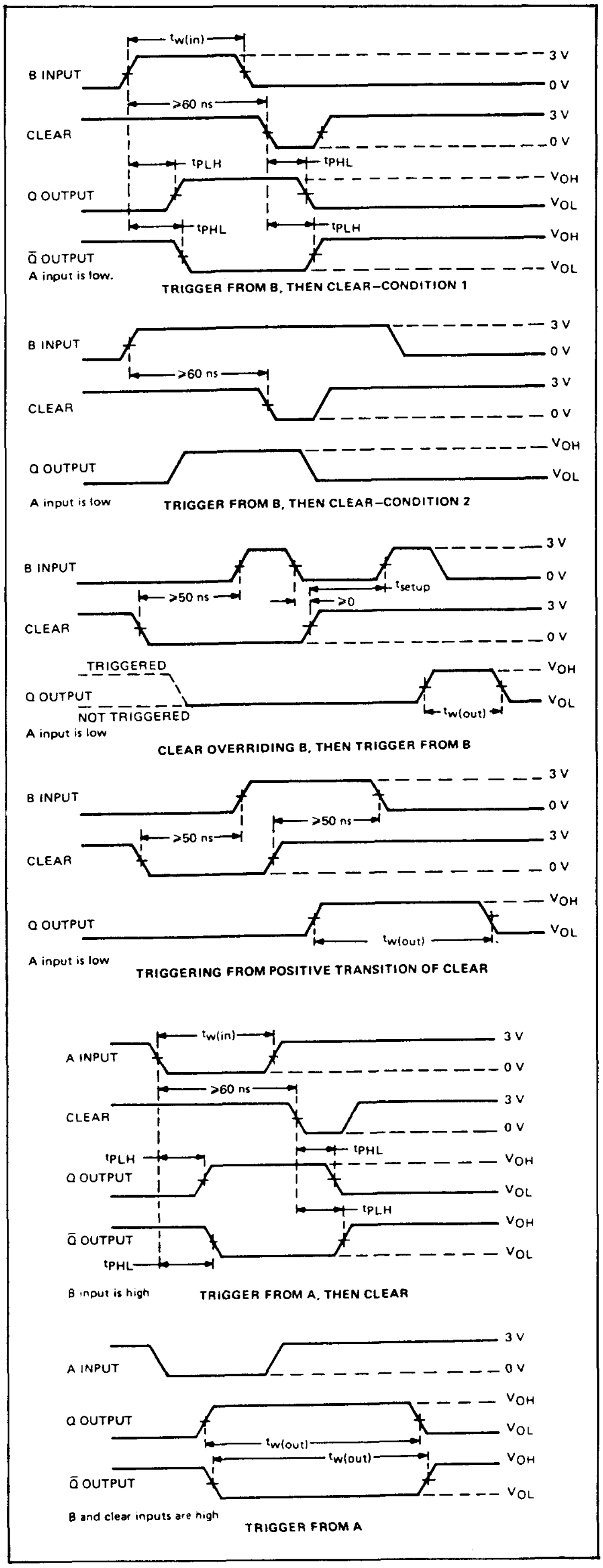
OUTPUT PULSE WIDTH vs TIMING RESISTOR VALUE



timing (alleen 74221)

uitgangs-pulsbreedte:
$t_W\ C_{EXT}\ R_{EXT}\ \text{Ln}2 \approx$
$\approx 0{,}7\ C_{EXT}R_{EXT}$

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

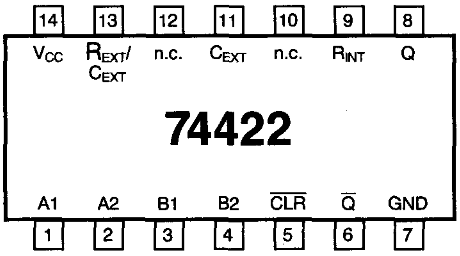


Schakel-karakteristieken

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74422

hertriggerbare monostabiele multivibrator (one shot) met clear

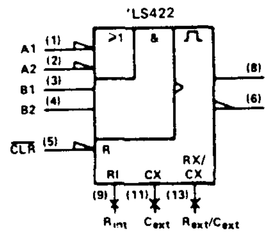


Figuur 17/5.2-422

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc					6					mA
Ios					−20 −100					mA
Tplh[1)]					23 23					ns
Tphl[2)]					32 34					ns
Tphl[3)]					20					ns
Tplh[4)]					28					ns
$T_{WQ(min)}$[5)]					116					ns
T_{WQ}[6)]					4.5					μs
R_{EXT}					5 260					kΩ
C_{EXT}					X					

1) A, B → Q
2) A, B → Q̄
3) clear → Q
4) clear → Q̄
5) A of B → Q
6) idem (C_{EXT} = 1000 pF, R_{EXT} = 10 kΩ)

X = onbeperkt



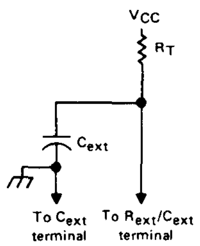
logisch symbool

FUNCTION TABLE

INPUTS					OUTPUTS	
CLEAR	A1	A2	B1	B2	Q	Q̄
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L	H
X	X	X	L	X	L	H
X	X	X	X	L	L	H
H	L	X	↑	H	⎍	⊔
H	L	X	H	↑	⎍	⊔
H	X	L	↑	H	⎍	⊔
H	X	L	H	↑	⎍	⊔
H	H	↓	H	H	⎍	⊔
H	↓	↓	H	H	⎍	⊔
H	↓	H	H	H	⎍	⊔

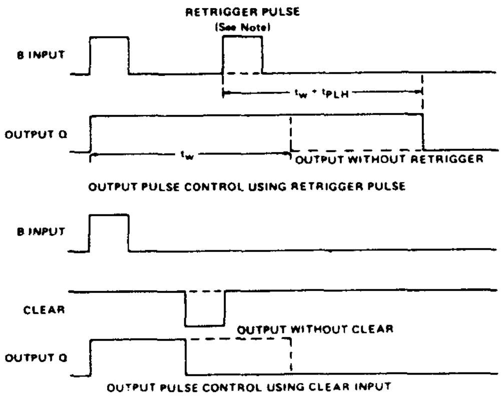
H = high level (steady state)
L = low level (steady state)
↑ = transition from low to high level
↓ = transition from high to low level
X = irrelevant (any input, including transitions)
⎍ = one high-level pulse
⊔ = one low-level pulse

waarheidstabel



TIMING COMPONENT CONNECTIONS

aansluiting van de externe componenten

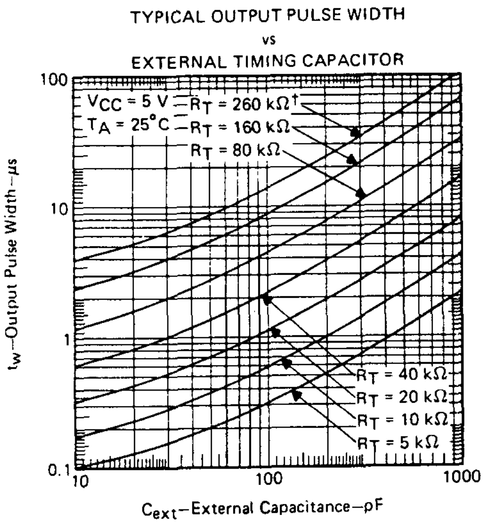


NOTE: If retrigger pulse starts before 0.22 C_{ext} (in picofarads) nanoseconds after previous trigger pulse, output pulse extension may be shorter than $t_w + t_{PLH}$.

-TYPICAL INPUT/OUTPUT PULSES

hertriggeren en clearen (afbreken) van de uitgangspuls

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC



timing

Opmerkingen

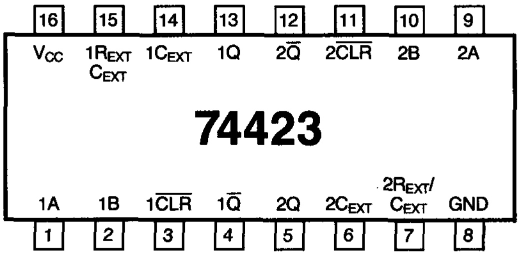
1. Tussen C_{EXT} en R_{EXT}/C_{EXT} (positief) kan een externe condensator worden aangesloten.
2. De interne timing-weerstand wordt gebruikt als R_{INT} aan V_{CC} is gelegd.

Een externe weerstand tussen R_{EXT}/C_{EXT} en Vpulsbreedte: $t_W = 0,45\ R_T C_{EXT}$ (t_W in ns)

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC

74423

dubbele hertriggerbare monostabiele multivibrator (one-shot) met clear



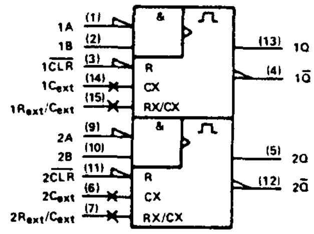
Figuur 17/5.2-423

LOGICA	TTL	L	F	S	LS	AS	ALS	C	HC	
	VARIABELE PARAMETERS									Eenheid
Icc					12				80⁷⁾	mA
Ios					−20 −100				4	mA
Tplh¹⁾					23 23				–	ns
Tphl²⁾					32 34				–	ns
Tphl³⁾					20				–	ns
Tplh⁴⁾					28				–	ns
$T_{WQ(min)}$⁵⁾					116				–	ns
T_{WQ}⁶⁾					4.5				–	µs
R_{EXT}					5 260				–	kΩ
C_{EXT}					X				–	

1) A, B → Q
2) A, B → Q̄
3) Clear → Q
4) Clear → Q̄
5) A of B → Q
6) idem (C_{EXT} = 1000 pF, R_{EXT} = 10 kΩ)
7) µA

X = onbeperkt
– = niet bekend

'LS423



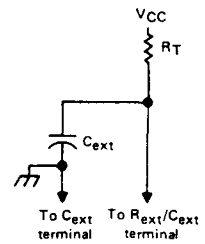
logisch symbool

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	Q̄
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	⎍	⎍̄
H	↓	H	⎍	⎍̄

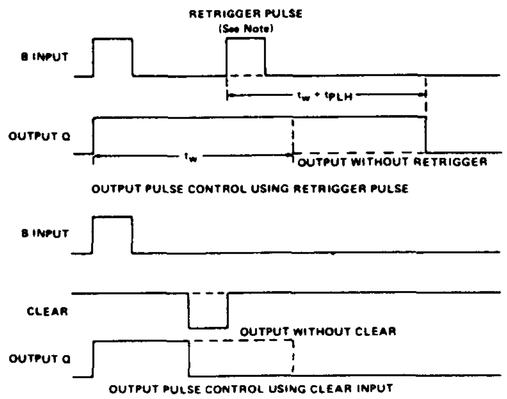
H = high level (steady state)
L = low level (steady state)
↑ = transition from low to high level
↓ = transition from high to low level
X = irrelevant (any input, including transitions)
⎍ = one high-level pulse
⎍̄ = one low-level pulse

waarheidstabel



TIMING COMPONENT CONNECTIONS

timing

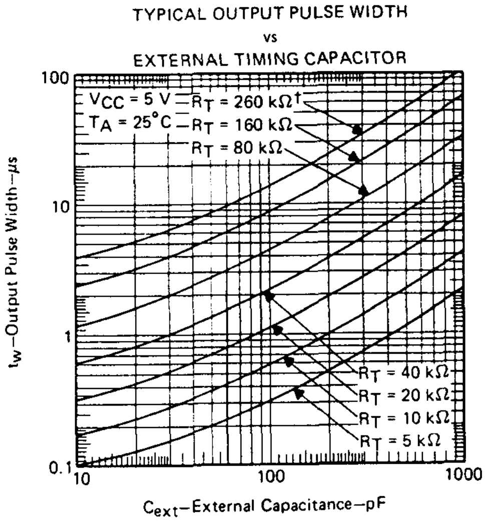


NOTE: If retrigger pulse starts before 0.22 C_{ext} (in picofarads) nanoseconds after previous trigger pulse, output pulse extension may be shorter than $t_w + t_{PLH}$.

-TYPICAL INPUT/OUTPUT PULSES

hertriggeren, resp. clearen van de uitgangspuls

5.2 Type-beschrijving 74xx-serie TTL en HC



timing

pulsbreedte: $t_W = 0{,}45\ R_T C_{EXT}$

Opmerkingen:

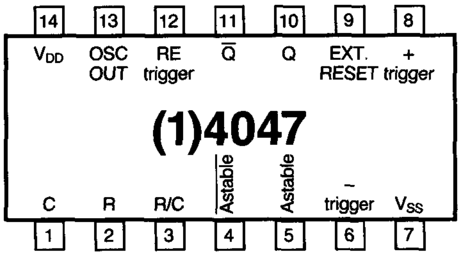
1. Tussen C_{EXT} en R_{EXT}/C_{EXT} (positief) kan een externe condensator worden aangesloten.
2. Tussen R_{EXT}/C_{EXT} en V_{CC} moet een externe weerstand worden opgenomen.

17/5.3

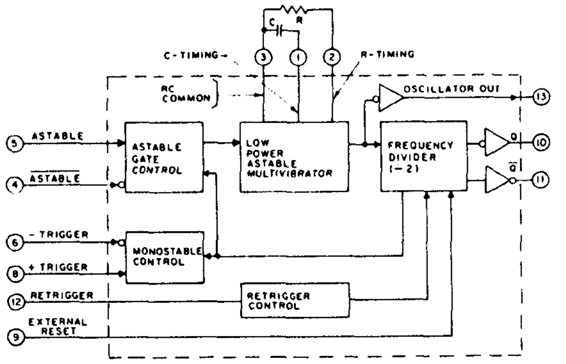
Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

(1)4047

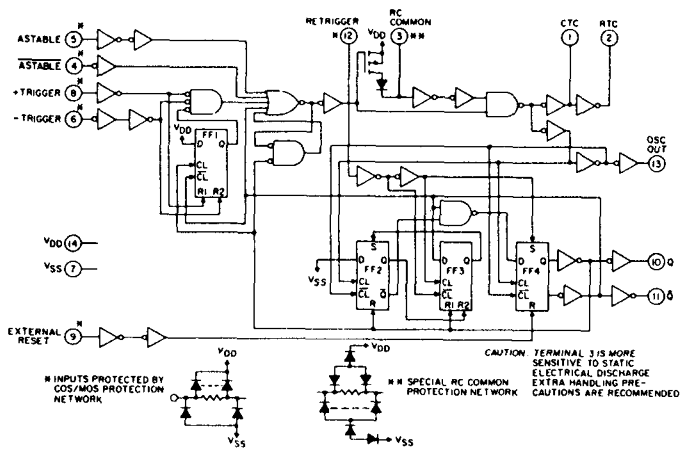
Monostabiele/astabiele multivibrator



Figuur 17/5.3-47



logisch blokschema



logisch schema

CD4047B FUNCTIONAL TERMINAL CONNECTIONS
NOTE: IN ALL CASES EXTERNAL RESISTOR BETWEEN TERMINALS 2 AND 3▲
EXTERNAL CAPACITOR BETWEEN TERMINALS 1 AND 3▲

FUNCTION	TERMINAL CONNECTIONS			OUTPUT PULSE FROM	OUTPUT PERIOD OR PULSE WIDTH
	TO V_{DD}	TO V_{SS}	INPUT PULSE TO		
Astable Multivibrator:					
Free Running	4,5,6,14	7,8,9,12	–	10,11,13	$t_A(10,11) = 4.40$ RC
True Gating	4,6,14	7,8,9,12	5	10,11,13	$t_A(13) = 2.20$ RC
Complement Gating	6,14	5,7,8,9,12	4	10,11,13	
Monostable Multivibrator:					
Positive-Edge Trigger	4,14	5,6,7,9,12	8	10,11	
Negative-Edge Trigger	4,8,14	5,7,9,12	6	10,11	$t_M(10,11) = 2.48$ RC
Retriggerable	4,14	5,6,7,9	8,12	10,11	
External Countdown*	14	5,6,7,8,9,12	–	10,11	

* Input Pulse to Reset of External Counting Chip
External Counting Chip Output To Terminal 4

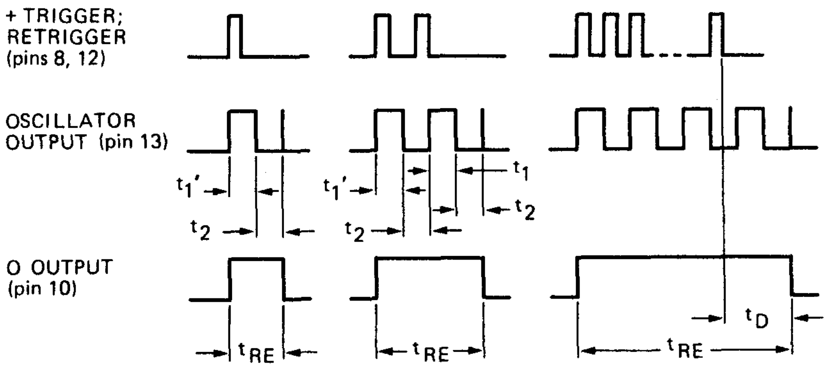
▲ See Text.

Door externe verbindingen zijn vele verschillende functies mogelijk

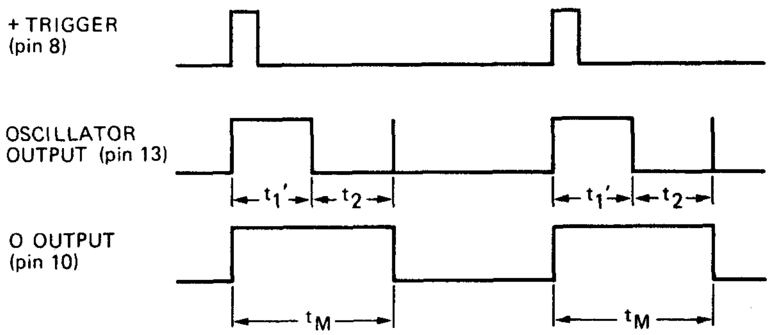
5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

Hertrigger-mode

De MMV kan in de hertrigger-mode worden gezet om de uitgangspuls te verlengen of om de frequentie van een ingangssignaal te vergelijken met die van de interne oscillator.
De ingangspuls komt binnen op de pennen 8 en 12. De uitgangspuls wordt verlengd wanneer meer dan één puls binnenkomt. Voor 2 ingangspulsen:
$t_{RE} = t_1' + t_1 + 2t_2$
Voor meer dan 2 pulsen eindigt t_{RE} een variabele tijd t_D na de laatste hertriggerpuls.



Monostabiele mode



waarbij:

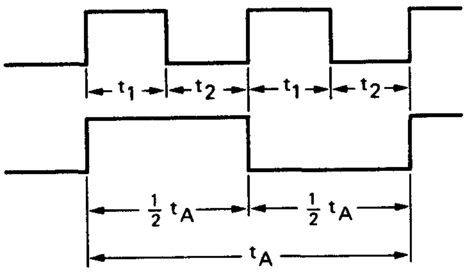
$$t_1' = -R_tC_t \ln \frac{V_{TR}}{2V_{DD}}$$

$$t_M = (t_1' + t_2)$$

$$t_M = -R_tC_t \ln \frac{(V_{TR})(V_{DD} - V_{TR})}{(2V_{DD} - V_{TR})(2V_{DD})}$$, where t_M = Monostable mode pulse width.

5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

Astabiele mode



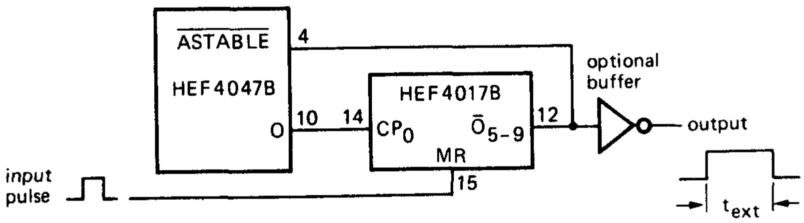
waarbij:

$$t_1 = -R_tC_t \ln \frac{V_{TR}}{V_{DD} + V_{TR}}$$

$$t_2 = -R_tC_t \ln \frac{V_{DD} - V_{TR}}{2V_{DD} - V_{TR}}$$

$$t_A = 2\,(t_1 + t_2) = -2R_tC_t \ln \frac{(V_{TR})(V_{DD} - V_{TR})}{(V_{DD} + V_{TR})(2V_{DD} - V_{TR})}$$, where t_A = Astable mode pulse width.

Bij gebruik met externe teller
voor verlengde pulsduur (digitaal regelbaar, kleine timing-condensatoren, snelle recovery-tijd)



$$t_{ext} = (N - 1)(t_A) + (t_M + ½\, t_A)$$

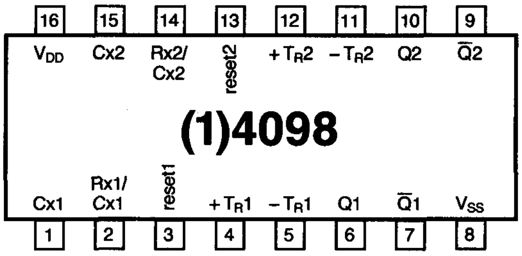
Where t_{ext} = pulse duration of the circuitry, and N is the number of counts used.

o.a. leverbaar: CD 4047 A/B
HEF 4047 B

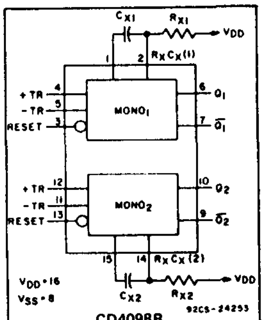
5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

(1)4098

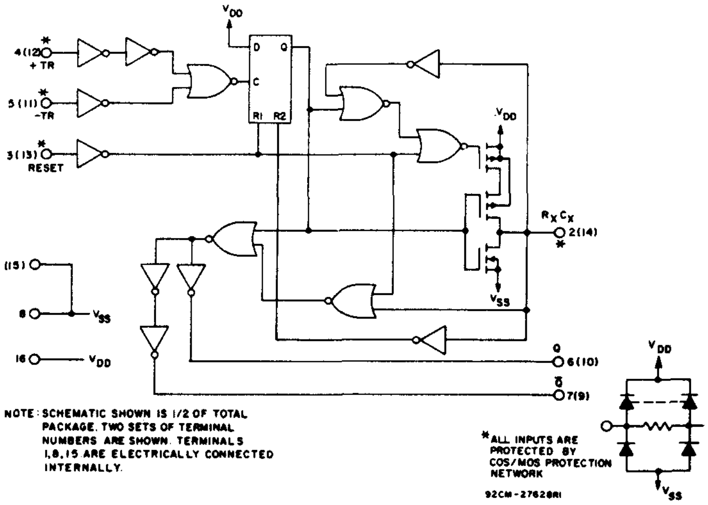
Dubbele monostabiele multivibrator



Figuur 17/5.3-98



CD4098B
Functional Diagram



CD4098B FUNCTIONAL TERMINAL CONNECTIONS

FUNCTION	V_{DD} TO TERM. NO.		V_{SS} TO TERM. NO.		INPUT PULSE TO TERM. NO.		OTHER CONNECTIONS	
	$MONO_1$	$MONO_2$	$MONO_1$	$MONO_2$	$MONO_1$	$MONO_2$	$MONO_1$	$MONO_2$
Leading-Edge Trigger/ Retriggerable	3, 5	11, 13			4	12		
Leading-Edge Trigger/ Non-retriggerable	3	13			4	12	5-7	11-9
Trailing-Edge Trigger/ Retriggerable	3	13	4	12	5	11		
Trailing-Edge Trigger/ Non-retriggerable	3	13			5	11	4-6	12-10
Unused Section	5	11	3, 4	12, 13				

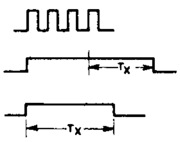
NOTES:

1. A RETRIGGERABLE ONE-SHOT MULTIVIBRATOR HAS AN OUTPUT PULSE WIDTH WHICH IS EXTENDED ONE FULL TIME PERIOD (T_X) AFTER APPLICATION OF THE LAST TRIGGER PULSE.
   The minimum time between retriggering edges (or trigger and retrigger edges) is 40 per cent of (T_X).
2. A NON-RETRIGGERABLE ONE-SHOT MULTIVIBRATOR HAS A TIME PERIOD T_X REFERENCED FROM THE APPLICATION OF THE FIRST TRIGGER PULSE.

INPUT PULSE TRAIN

RETRIGGERABLE MODE PULSE WIDTH (+TR MODE)

NON-RETRIGGERABLE MODE PULSE WIDTH (+TR MODE)



leverbaar: CD 4098 B

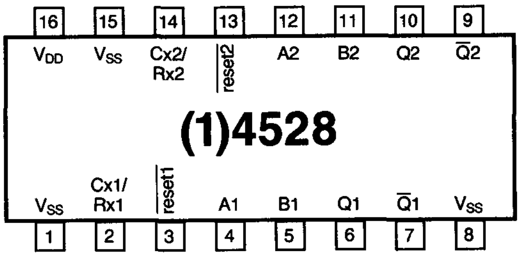
verschillende functies door externe verbindingen

5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

(1)4528

Dubbele monostabiele multivibrator

(niet aanbevolen voor nieuwe ontwerpen)



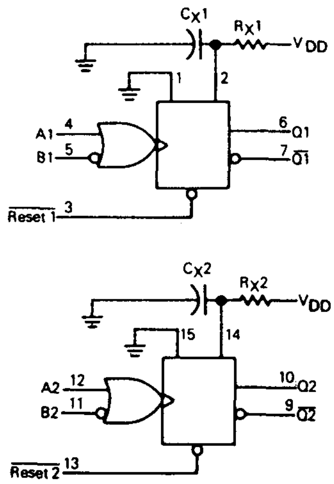
Figuur 17/5.3-528

FUNCTION TABLE

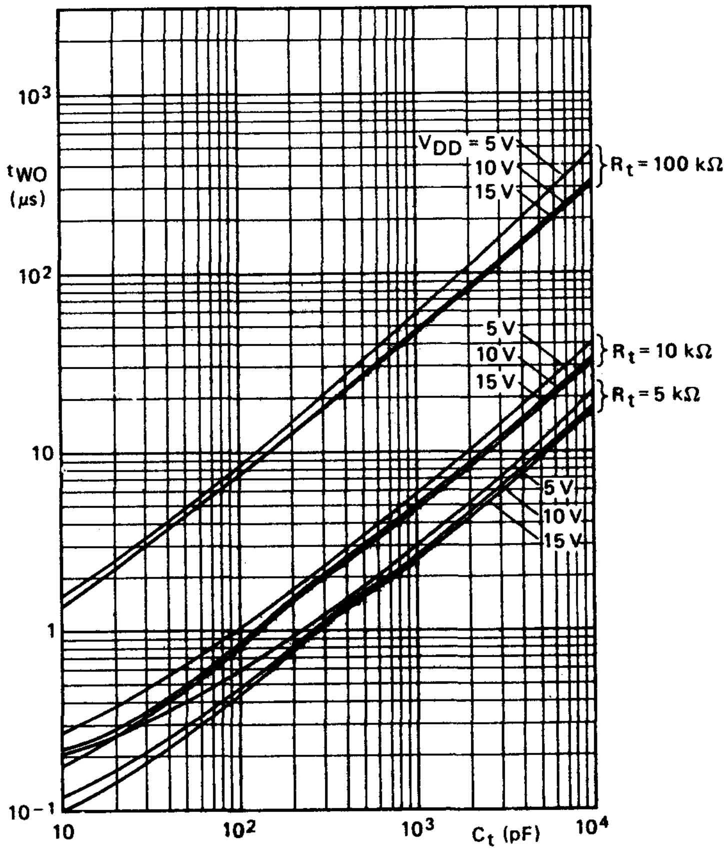
Inputs			Outputs	
Reset	A	B	Q	Q̄
H	↑	H	⊓	⊔
H	L	↓	⊓	⊔
H	↑ ↓	L	Not Triggered	
H	H	↑ ↓	Not Triggered	
H	L, H ↓	H	Not Triggered	
H	L	L, H, ↑	Not Triggered	
L	X	X	L	H
↓↑	X	X	Not Triggered	

waarheidstabel

BLOCK DIAGRAM



VDD = Pin 16
VSS = Pin 1, Pin 8, Pin 15
Rx and Cx are external components

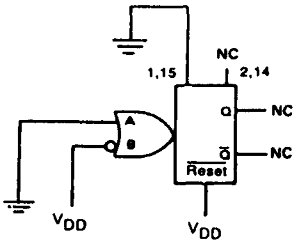


uitgangspulsbreedte als functie van de externe condensator C_t

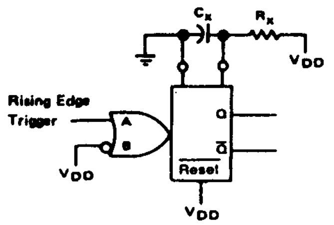
5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

Enkele toepassingsvoorbeelden:

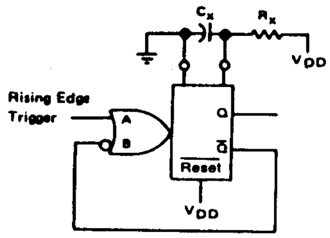
CONNECTION OF UNUSED SECTIONS



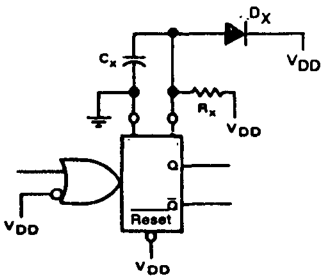
RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY

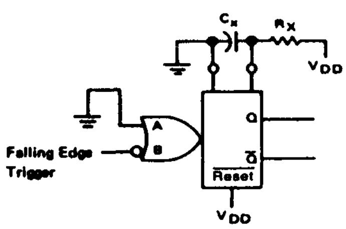


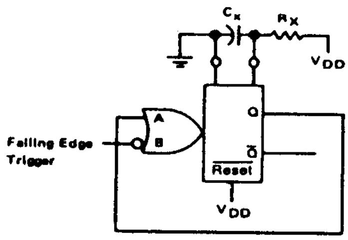
NON-RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY



USE OF A DIODE TO LIMIT POWER DOWN CURRENT SURGE







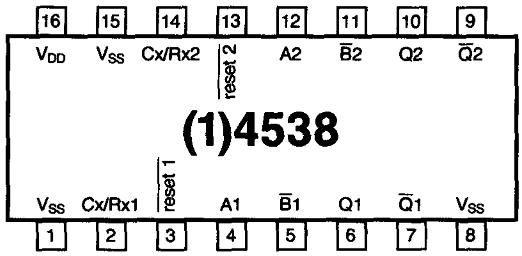
o.a. leverbaar: MC 14528 B
HEF 4528 B
μPD 4528 B

5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

(1)4538

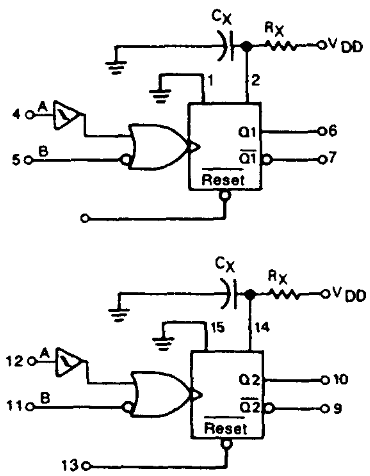
Dubbele precisie-monostabiele multivibrator

(hertriggerbaar, resetbaar)
- pen-compatibel met (1)4528 en CD4098
- ook leverbaar als 74 HC 4538



Figuur 17/5.3-538

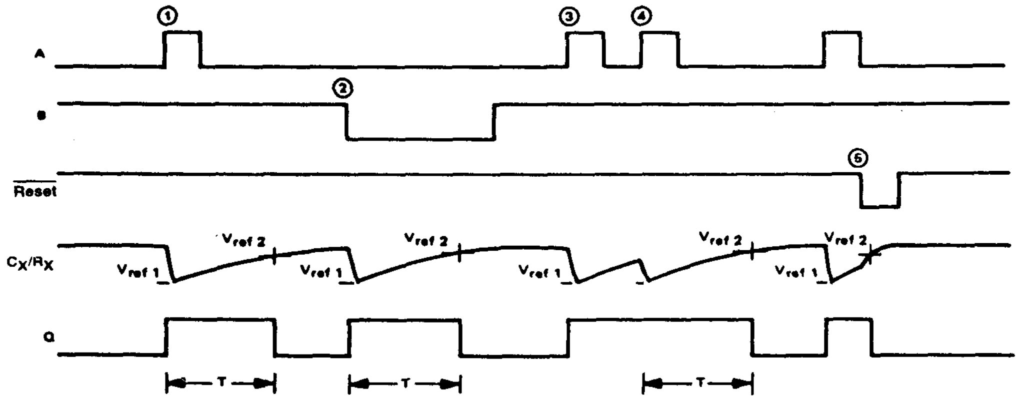
BLOCK DIAGRAM



R_X and C_X are external components.
V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8, Pin 1, Pin 15

FUNCTION TABLE

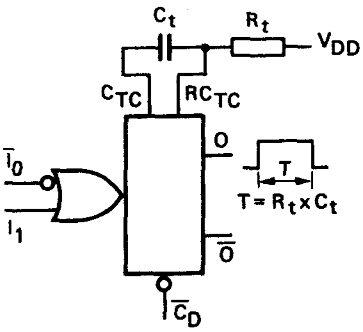
Inputs			Outputs	
$\overline{Reset}$	A	B	Q	$\overline{Q}$
H	↑	H	⊓	⊔
H	L	↓	⊓	⊔
H	↑ ↓	L	Not Triggered	
H	H	↑ ↓	Not Triggered	
H	L, H, ↓	H	Not Triggered	
H	L	L, H, ↑	Not Triggered	
L	X	X	L	H
↓↑	X	X	Not Triggered	



① Positive edge trigger
② Negative edge trigger
③ Positive edge trigger
④ Positive edge re-trigger (pulse lengthening)
⑤ Reset (pulse shortening)

timing (zie tekst)

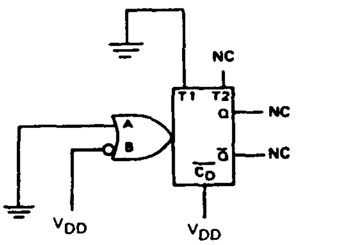
5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS



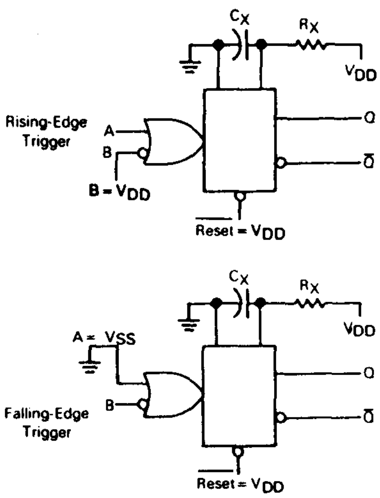
aansluiten van de externe timing componenten

pulsbreedte T = $R_t \times C_t$

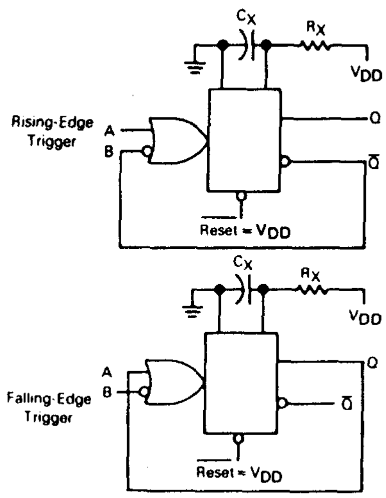
CONNECTION OF UNUSED SECTIONS



RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY



NON-RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY



enkele toepassingsvoorbeelden

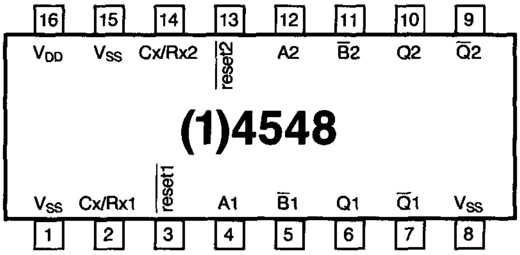
o.a. leverbaar: MC 14538 B
CD 4538 B
HEF 4538 B

5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

(1)4548

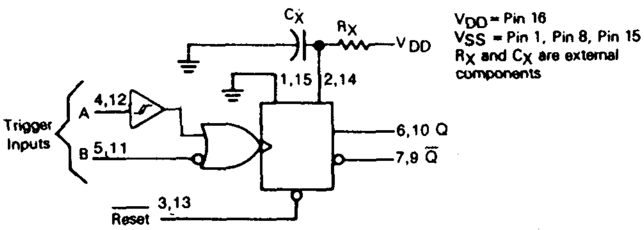
monostabiele multivibrator

(hertriggerbaar, resetbaar)
- pen-compatibel met 4528 en 4538



Figuur 17/5.3-548

BLOCK DIAGRAM (1/2 OF DEVICE SHOWN)



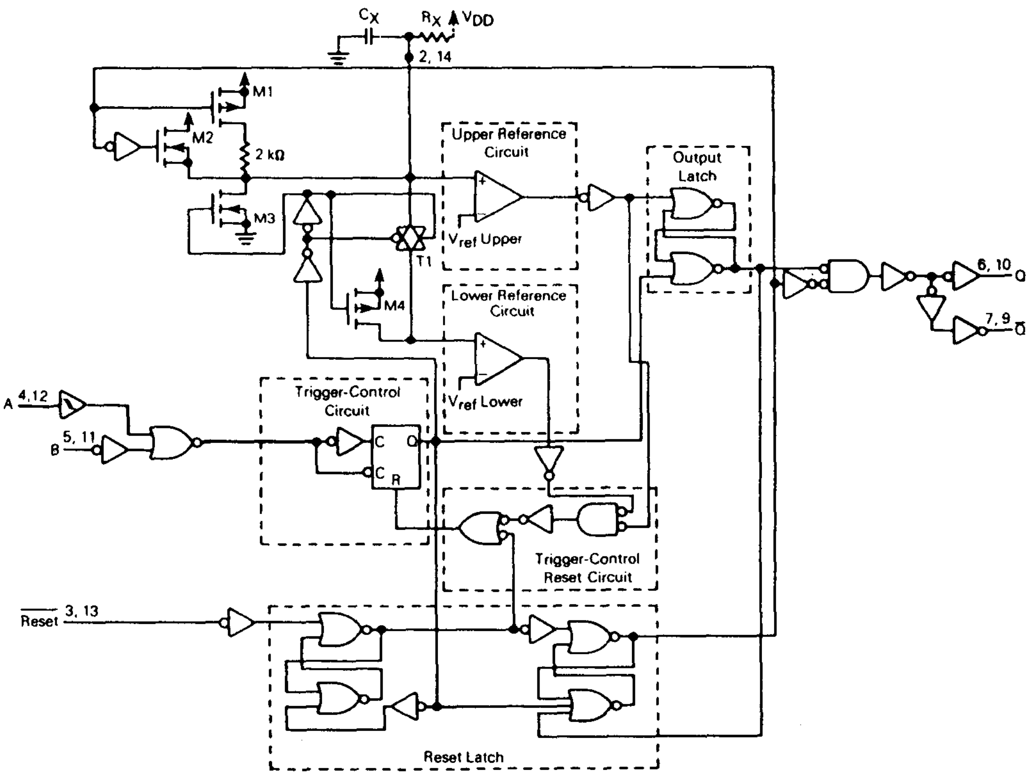
blokschema

FUNCTION TABLE

Inputs			Outputs	
Reset	A	B	Q	$\overline{Q}$
H	↑	H	⊓	⊔
H	L	↓	⊓	⊔
H	↑ ↓	L	Not Triggered	
H	H	↑ ↓	Not Triggered	
H	L, H, ↓	H	Not Triggered	
H	L	L, H, ↑	Not Triggered	
L	X	X	L	H
↓ ↑	X	X	Not Triggered	

waarheidstabel

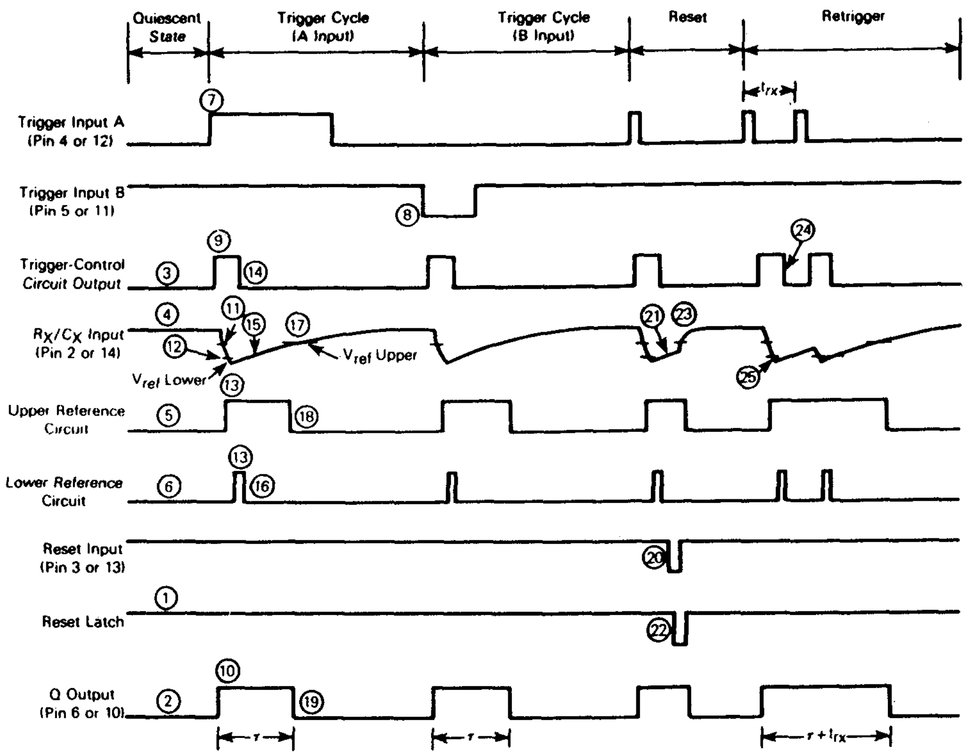
– FUNCTION DIAGRAM
(½ the device)



functioneel schema

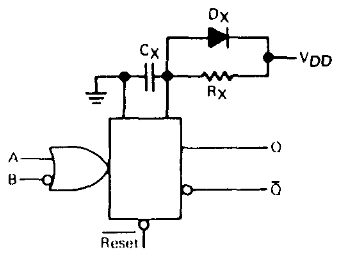
5.3 Type-beschrijving (1)4xxx-serie CMOS

TIMING DIAGRAM

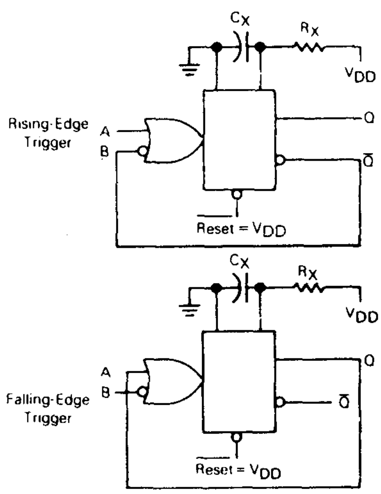


timing

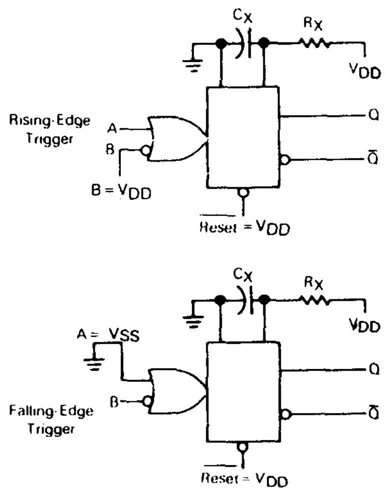
DISCHARGE PROTECTION DURING POWER DOWN



NONRETRIGGERABLE MONOSTABLE CIRCUITRY



RETRIGGERABLE MONOSTABLE CIRCUITRY



enkele toepassingsvoorbeelden

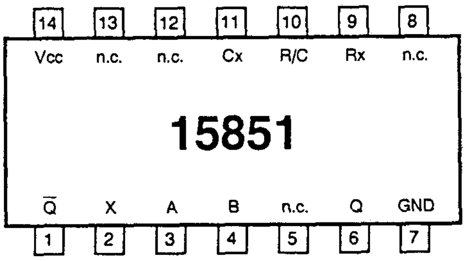
leverbaar: MC 14548 B

17/5.4

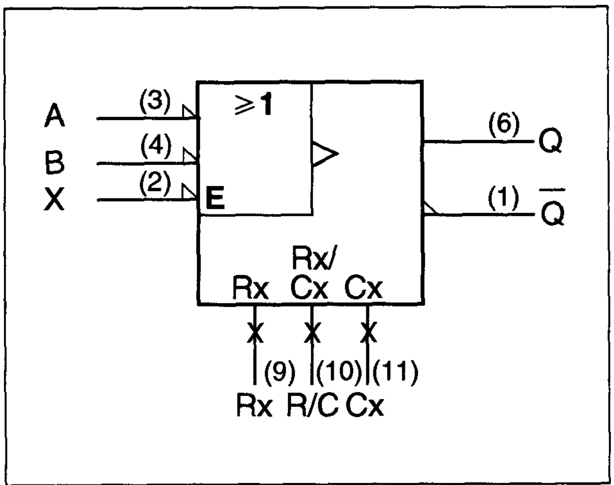
Typebeschrijving 158x-serie DTL

15851 (15951)

Monostabiele
multivibrator (one shot)
(fan-out = 10)



Figuur 17/5.4-851.



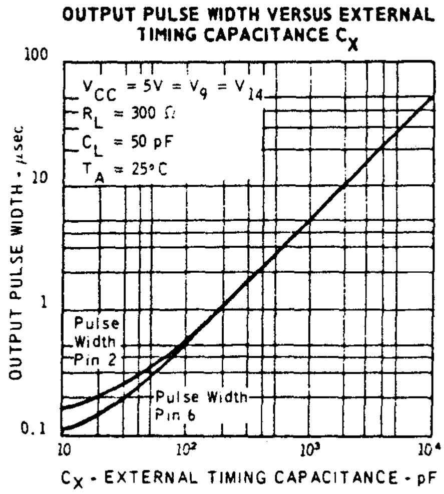
Logisch symbool.

t_n INPUT		t_{n+1} INPUT		OUTPUT
A	B	A	B	
1	1	1	1	INHIBIT
1	1	1	0	ONE-SHOT
1	1	0	1	ONE-SHOT
1	1	0	0	ONE-SHOT
0	1	X	X	INHIBIT
1	0	X	X	INHIBIT
0	0	X	X	INHIBIT

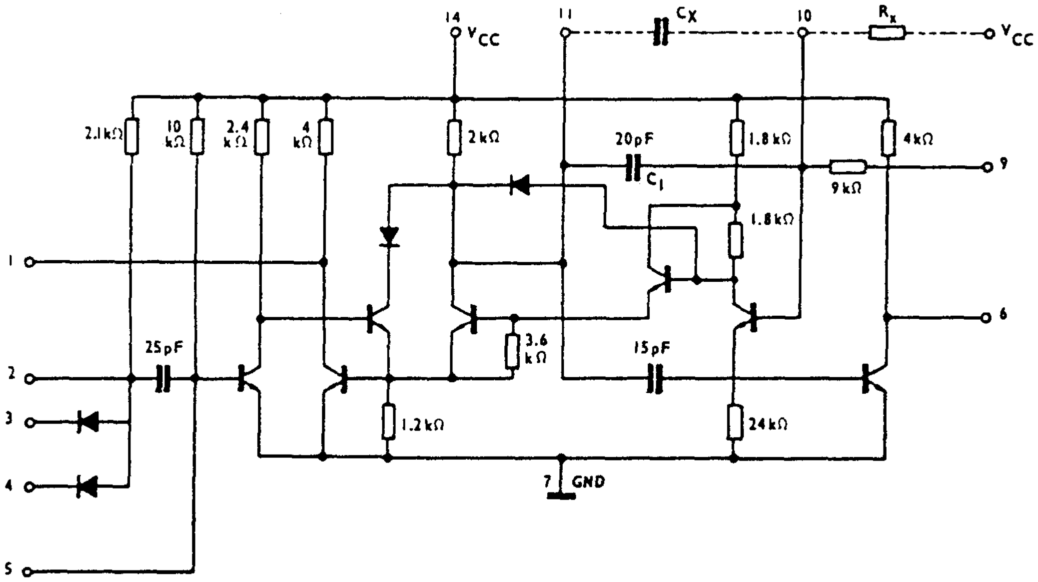
Waarheidstabel.

o.a leverbaar:
SN 15851N, MC 851P, PD 995159,
DTμL 9951

5.4 Type-beschrijving 158x-serie DTL



Breedte uitgangspuls.



Intern schema.